~~J. XII 116.~~

Phys. Geogr
o. 8.

Leitfaden

der

mathematischen und allgemeinen physischen

Geographie

von

Dr. J. H. Mädler,

Kaiserl. Russ. Hofrath, Ritter des St. Annenordens, ordentlichem Professor der Astronomie und Director der Sternwarte zu Dorpat.

BIBLIOTHECA CIVITATIS BABENBERGENSIS.

Stuttgart und **Tübingen.**

J. G. Cotta'scher Verlag.

1843.

Buchdruckerei der J. G. Cotta'schen Buchhandlung in Stuttgart.

Vorerinnerung.

In gegenwärtigem Leitfaden war es meine Absicht, die Lehren der mathematischen und allgemeinen physischen Geographie so darzustellen, wie sie sich nach den neuesten Forschungen gestaltet haben, ohne jedoch dabei mehr vorauszusetzen, als die Elemente der Geometrie, Trigonometrie und Algebra; so daß es für die mittlern Klassen der Gymnasien und höhern Bürgerschulen als Lehrbuch brauchbar, und zugleich dem Selbststudium dienlich seyn könne. Man wird darin von den Hülfswissenschaften nur so viel finden, als zum Verständniß des Vorgetragenen unentbehrlich war; also z. B. keinen Abriß der Astronomie oder doch des Sonnensystems, keine Optik oder Physik in nuce, da alles dieß einer gesonderten Behandlung bedarf und ich vor einer encyclopädischen Breite mich hüten zu müssen glaubte, vielmehr nur das wirklich zur Sache Gehörende aufnahm. Für die in der Geographie vorkommenden Berechnungen ist das Detail möglichst ausführlich gegeben; eben so habe ich den Veränderungen, welche der Erdkörper erlitten hat, einen eignen Abschnitt gewidmet; und man wird ungeachtet der mäßigen Bogenzahl doch hoffentlich nichts

Wesentliches vermissen, vielmehr Manches finden, was in ähnlichen Werken theils gar nicht, theils zu kurz oder in einer jetzt veralteten Gestalt vorzukommen pflegt.

Veranlassung zur Ausarbeitung dieses Leitfadens waren die Vorträge, welche ich über diesen und verwandte Gegenstände seit mehreren Jahren in Berlin und Dorpat gehalten habe. Ich fand kein Werk, was mich in Bezug auf Auswahl, Anordnung und Behandlung des Stoffes ganz befriedigt hätte, wobei ich natürlich nur den oben von mir aufgestellten Gesichtspunkt verstehe; denn daß wir in andern Beziehungen höchst klassische Bearbeitungen dieses Gegenstandes besitzen, verkenne ich keineswegs. Ob ich durch gegenwärtige Arbeit einem wirklichen Bedürfnisse entsprochen habe, mögen sachkundige Beurtheiler entscheiden.

Bei dem Bestreben, überall so viel als möglich die neuesten und schärfsten Data zu geben, würde ich es bedauern müssen, daß die neueste Bessel'sche Bestimmung der Erdfigur mir nicht zeitig genug zuging, um die Formeln und Tabellen darnach umrichten zu können, wenn nicht die Abweichung zwischen beiden Bestimmungen so gering wäre, daß keine der aufgeführten Zahlen erheblich geändert wird. Aus dem hier Folgenden wird man alles dahin Gehörende leicht ableiten können.

Die §. 46 gegebenen Formeln erhalten die im Jahr 1837 von Bessel gefundenen Resultate seiner Berechnung. Später entdeckte er einen Fehler nicht in seiner Arbeit, sondern in den Formeln, nach denen Delambre ein Dreieck der französischen Gradmessung

berechnet hatte. Da hierdurch ein zum Grunde gelegtes Datum geändert werden mußte, so wiederholte Bessel 1841 die Rechnung und fand das Verhältniß der Axen 299,1528 : 298,1528 statt wie früher 300,7047 : 299,7047. Indeß ist der wahrscheinliche Fehler noch immer dreimal so groß, als der Unterschied der Resultate von 1837 und 1841. Die übrigen Daten stellen sich hiernach folgendergestalt, wobei die Bezeichnungen in demselben Sinne wie §. 46 zu nehmen sind.

Erdquadrant in Metern 10000858,76.

Halbe große Axe = 3272077,14ᵗ.

Halbe kleine Axe = 3261139,33.

Meridiangrad = $57013^t,109 - 286,337 \cos. 2\varphi + 0,611 \cos. 4\varphi + 0,001 \cos. 6\varphi$.

Grad des Parallels = $57156,285 \cos. \varphi - 47,825 \cos. 3\varphi + 0,060 \cos. 5\varphi$.

$$\frac{\omega}{r'} = 0'',06314417 + 0'',0003174 \cos. 2\varphi + 0''00000013 \cos. 4\varphi.$$

$$\frac{\omega}{r'} - 0'',06293257 + 0'',00010536 \cos. 2\varphi - 0'',00000004 \cos. 4\varphi.$$

$$\log. e = 8.9122052.$$

$$\log. \frac{\omega}{r'} = 8.8025099.6 + 3 \log. \cos. \psi.$$

$$\log. \frac{\omega}{r'} = 8.7796016.0 + \log. \cos. \psi.$$

$$\frac{\omega}{r''} = 0'',06303837 + 0'',00031714 \cos. 2\varphi + 0'',00000004 \cos. 4\varphi + (0'',00010580 + 0'',00010536 \cos. 2\varphi - 0,00000009 \cos. 4\varphi) \cos. 2\alpha.$$

$$\log. \varrho \sin. \varphi' = \log. \sin. \varphi - \log. \cos. \psi - 0,0029083.6$$

Der Halbmesser des Aequators ist also nach der neuen Rechnung 123 Toisen und der des Pols 66 Toisen größer als nach der früheren Rechnung, was resp. $\frac{1}{25000}$ und $\frac{1}{49000}$ der ganzen Größe beträgt,

und die Abplattung hat sich um 57 Toisen, oder etwa um ihren 195sten Theil vermehrt. Es wird leicht seyn, hiernach die kleinen Correctionen der Tabellen, wenn es nöthig gefunden werden sollte, vorzunehmen: man wird sie meistens erst bei der 6ten und höheren Decimalen anzubringen haben.

Im physischen Theile habe ich das die Meteorologie betreffende etwas ausführlicher als gewöhnlich geben zu müssen geglaubt, und man wird auch hier die neuesten Untersuchungen, so weit sie in meinem Plane lagen, nicht vermissen. Nur die Beschreibung und Gebrauchsanweisung der Instrumente mußte, was das Detail betrifft, den Lehrbüchern der Physik überlassen bleiben.

Zum Schlusse habe ich eine Tabelle hinzugefügt, welche zwar nur eine mäßige Anzahl von Orten, für diese aber, so viel als möglich vollständig, die geographischen, hypsometrischen und thermischen Constanten angibt. Die fortwährende Berichtigung, Ergänzung und Vervollkommnung dieser Tafel werde ich mir besonders angelegen seyn lassen, um etwanige künftige Auflagen in Wahrheit verbesserte nennen zu können.

Dorpat im Juli 1842.

Der Verfasser.

Inhalt.

Mathematische Geographie.

		Seite
§. 1.	Begriff der mathematischen Geographie	1
§. 2.	Aequator, Pole, Axe	1
§. 3.	Horizont, Scheitelpunkt	2
§. 4.	Höhen- und Deklinationskreise	3
§. 5.	Weltgegenden. Mittagslinie. Azimuth und Stundenwinkel	3
§. 6.	Bestimmung der Höhe aus dem Stundenwinkel, der Deklination und Polhöhe	4
§. 7.	Gaußische Formeln für diese Verwandlungen	6
§. 8.	Kulminationshöhe und ihre Verbesserung bei veränderlicher Deklination	8
§. 9.	Scheinbarer täglicher Lauf der Sonne	8
§. 10.	Scheinbarer jährlicher Lauf der Sonne	9
§. 11.	Schiefe der Ekliptik. Verwandlung der Länge und Breite in grade Aufsteigung und Abweichung und umgekehrt	10
§. 12.	Länge des Jahrs	12
§. 13.	Allgemeine Bestimmung der Gestalt und Größe der Erde. Meinungen der Alten	12
§. 14.	Beweise für die Kugelgestalt der Erde	14
§. 15.	Tägliche und jährliche Bewegung der Erde	15
§. 16.	Meridiane und Parallelkreise der Erde. Länge und Breite	15
§. 17.	Solstitien. Zonen	16
§. 18.	Tages- und Nachtlängen. Tafel für dieselben	18
§. 19.	Verlängerung des Tages durch Sonnenhalbmesser und Refraktion	19
§. 20.	Physische Bedeutung der Zonen	20
§. 21.	Bewegung des Mondes um die Erde	21
§. 22.	Lichtgestalten des Mondes	22
§. 23.	Finsternisse der Sonne und des Mondes	23

Seite.

§. 24. Erleuchtung des Mondes durch die Erde 24
§. 25. Mittlere und wahre Sonnenzeit. Tabelle für deren Vergleichung 25
§. 26. Sternzeit und Sonnenzeit. Sonnenjahr, siderisches und tropisches. Gregorianischer und julianischer Kalender 27
§. 27. Allgemeines über die Projektionen 28
§. 28. Die verschiedenen Projektionsarten 30
§. 29. Orthographische Polarprojektion 30
§. 30. Orthographische Aequatorealprojektion 31
§. 31. Stereographische Polarprojektion 31
§. 32. Stereographische Aequatorealprojektion 32
§. 33. Centralprojektion 33
§. 34. Merkators Projektion für Seekarten. Loxodromische Linie . . 35
§. 35. Formeln für die Merkator'sche Projektion 36
§. 36. Genauere Bestimmung der Größe und Gestalt der Erde . . . 37
§. 37. Eratosthenes Bestimmung 37
§. 38. Posidonius Bestimmung 38
§. 39. Messungen der Araber 39
§. 40. Erste Messungen der Europäer. Fernel, Snellius, Mußschembroek, Norwood 40
§. 41. Messungen von Picard und Lahire 41
§. 42. Newton's Abplattungstheorie in Widerspruch mit diesen Messungen 41
§. 43. Messungen in Lappland und Peru. Bestätigung der Newtonschen Theorie 43
§. 44. Resultate dieser Messungen 44
§. 45. Neuere Gradmessungen 44
§. 46. Resultate derselben, nach Walbecks, Schmidts und Bessels Berechnung 45
§. 47. Bestimmung der Erdgestalt aus Pendelbeobachtungen 48
§. 48. Clairauts Theorem 49
§. 49. Ursachen der Abweichung des Resultats der Pendellängen von dem der Gradmessungen 51
§. 50. Abplattung aus der Mondstheorie berechnet 51
§. 51. Die Dichtigkeit der Erde nimmt von außen nach innen zu . . 52
§. 52. Dichtigkeit der Erdoberfläche 52
§. 53. Bestimmung der mittleren Erddichtigkeit durch Beobachtung der Ablenkung eines Pendels von einem zur Seite liegenden Berge. Maskelyne's und Huttons Bestimmung 53
§. 54. Dieselbe Bestimmung durch die Zahl der Pendelschwingungen auf einem Berge. Carlini's Messung 56
§. 55. Bestimmung durch die Drehwage. Cavendish's und Reichs Versuche 57
§. 56. Zusammenstellung der Resultate. Die mittlere Dichtigkeit = 5,51 59
§. 57. Geodätische Linie. Schmidts Formeln zur Berechnung . . 60

Seite
§. 58. Vereinfachte Berechnung der geodätischen Linie 61
§. 59. Tafeln für die Abplattung $\frac{1}{300,7047}$ 63

Physische Geographie.

§. 60. Vertheilung des Festlandes, und Verhältniß desselben zu den Oceanen 63
§. 61. Unebenheiten des Landes 67
§. 62. Hochebenen 68
§. 63. Tiefländer 70
§. 64. Stufenländer 71
§. 65. Gebirge. Pässe. Thäler. 72
§. 66. Die höchsten Gebirge der Erde 73
§. 67. Böschungswinkel 75
§. 68. Vertheilung des Wassers auf der Erde. — Oceane 76
§. 69. Meerbusen 78
§. 70. Tiefe der Meere 79
§. 71. Strömungen des Meeres 80
§. 72. Veränderung der Strömungsrichtung durch die Rotation der Erde 81
§. 73. Temperatur des Meeres. Polareis. Treibeis 82
§. 74. Salzigkeit der Meere 84
§. 75. Farbe des Meeres. Leuchten 85
§. 76. Ebbe und Fluth des Meeres 87
§. 77. Die allgemeinen Phänomene der Ebbe und Fluth lassen sich aus der Anziehung des Mondes und der Sonne vollständig erklären . 89
§. 78. Wanderung der Fluthwellen um die Erde nach Whewell . . . 92
§. 79. In einigen Meeren fehlt die Ebbe und Fluth 94
§. 80. Eingeschlossene Wasserbecken: Seen, mit und ohne Zu= und Abfluß 95
§. 81. Seen am Fuße der Gebirge 97
§. 82. Das todte Meer in Palästina 98
§. 83. Sümpfe. Moräste 99
§. 84. Flüsse. Quellen 100
§. 85. Gefälle der Flüsse 102
§. 86. Gletscher. — Allmählige Vermehrung der Alpengletscher . . 103
§. 87. Die großen Stromsysteme der Erde 106
§. 88. Atmosphäre der Erde und ihre Bestandtheile 108
§. 89. Das Mariotte'sche Gesetz 110
§. 90. Das Barometer als Werkzeug zur Höhenbestimmung 112
§. 91. Korrektionen des Barometerstandes und der gemessenen Höhen 114
§. 92. Veränderungen des Barometerstandes und ihr Zusammenhang mit den Veränderungen des Wetters 115

Seite

§. 93. Astronomische und terrestrische Refraktion. — Fata Morgana . 118
§. 94. Wärme des Luftkreises 123
§. 95. Thermometer 125
§. 96. Beobachtungen der Lufttemperatur 127
§. 97. Differenzen der Temperatur des Landes und der Meere . . . 128
§. 98. Mitteltemperatur. Humboldts isotherme Linien 130
§. 99. Abnahme der Temperatur nach der Höhe 131
§. 100. Temperatur des Erd-Inneren und des Weltenraumes . . . 132
§. 101. Schneegrenze. Ihre Abhängigkeit von der geographischen Breite 133
§. 102. Ihre Abhängigkeit von der Terraingestaltung und Bodenstruktur 135
§. 103. Niederschläge. — Periodische Regen 136
§. 104. Regenmenge 137
§. 105. Winde 138
§. 106. Mittlere Windrichtung nach der Lambertschen Regel 140
§. 107. Verhältniß der entgegengesetzten Winde 142
§. 108. Ursachen der Winde 144
§. 109. Ostwind in der heißen Zone. Land- und Seewind 144
§. 110. Westwinde in höheren Breiten. Passate. Monsoons 146
§. 111. Die Vulkane 147
§. 112. Vulkanische Auswürfe. Laven 150
§. 113. Chronik der Ausbrüche der süditalienischen Vulkane, nach v. Hoff 151
§. 114. Erdbeben. — Chronologisches Verzeichniß der wichtigsten . . 165
§. 115. Veränderungen der Erdoberfläche 186
§. 116. Früherer Zusammenhang des schwarzen und kaspischen Meeres, und des Aralsees. Durchbruch des Bosporus 187
§. 117. Durchbruch der Straße von Gibraltar. 191
§. 118. Durchbruch der Straße Bab el Mandeb 193
§. 119. Aenderungen der Grenze zwischen Land und Meer 194
§. 120. Deltabildung an den Mündungen der Flüsse. 196
§. 121. Beispiele solcher Bildungen 199
§. 122. Verändertes Niveau des Meeres 200
§. 123. Erhebung größerer Landstriche: Skandinavien 202
§. 124. Senkung größerer Landstriche: Dalmatien 203
§. 125. Tafel der Breiten, Längen, Höhen und mittleren Temperaturen verschiedener Orte 205

Mathematische Geographie.

§. 1.

Gegenstand der mathematischen Geographie ist: Bestimmung der Größe, Gestalt, Masse, Dichtigkeit der Erde, nebst ihrer Weltstellung, und Bestimmung der Lage einzelner Punkte derselben in Bezug auf gewisse feste Punkte und Linien ihrer Oberfläche. Insofern sie dieses lehrt, ist sie messende Geographie; sie beschäftigt sich aber auch mit Darstellung der gemessenen Gegenstände in körperlichen und Flächenbildern.

Da diese Bestimmungen nicht ohne Beihülfe astronomischer Operationen erhalten werden können, so werden die Grundbegriffe der Astronomie vorausgeschickt werden müssen, doch nur in so weit sie sphärische Astronomie ist und bei den Messungen unmittelbar in Betracht kommt, denn die Bestimmungen über die Bahn der Erde, des Mondes und anderer Weltkörper, welche die mathematische Geographie zum richtigen Verständniß ihrer Lehren bedarf, entlehnt sie aus der theoretischen Astronomie, welche eine selbstständige Behandlung nothwendig macht.

§. 2.

Wir erblicken die Gestirne, so weit unser jedesmaliger Standpunkt eine Umsicht gestattet, nach allen Seiten um uns herum, ohne über ihre Entfernung im voraus urtheilen zu können. Daher ist es am natürlichsten, sich eine

Kugel vorzustellen, in deren Mittelpunkt der Beschauer steht, und die Gestirne als Punkte an der Oberfläche dieser Kugel von unbestimmtem Durchmesser zu betrachten. Wir sehen sie innerhalb 24 Stunden in parallelen Kreisen sich bewegen; es gibt folglich zwei solcher Punkte, Pole genannt, zwischen welchen, als ihr größter Kreis, der Aequator sich herumzieht. Die beiden Pole werden als Nord- und Südpol unterschieden, die sie verbindende Linie heißt Weltachse.

§. 3.

Man hänge einen schweren Körper an einen Faden frei auf, so wird der gespannte Faden, wenn sich der Körper in Ruhe befindet, diejenige Richtung bezeichnen, welche die fallenden Körper nehmen und die wir die senkrechte nennen. Durch sie wird ein Punkt des Himmels als Scheitelpunkt (Zenith) bezeichnet, und der größte Kreis dieses Punktes ist der Horizont. Er trennt, wenn wir uns in einer freien Ebene befinden, die jedesmalige sichtbare Hälfte des Himmels von der unsichtbaren; ist die uns umgebende Gegend nicht eben, oder befindet sich das Auge ober- oder unterhalb der Ebene, so muß man den scheinbaren Horizont vom wahren unterscheiden, der jederzeit einen größten Kreis bildet und vom Zenith überall gleich weit entfernt ist. Die Ebene dieses wahren Horizonts ist uns in der Natur am vollkommensten durch die Fläche eines weiten, ruhigen Wassers gegeben, daher sie auch wasserrechte (wagerechte) Ebene genannt wird.

Die Beobachtungen zeigen, daß die senkrechte oder Vertikallinie mit der Weltachse, und also auch der Horizont mit dem Aequator, in demselben Erdorte stets denselben Winkel bilden.

§ 4.

Man ziehe nach irgend einem Punkte O des Himmels eine Linie, so wird diese einen Winkel mit der Horizontalebene, und dieser Winkel heißt die Höhe des Punktes O. Der Winkel, welchen diese Linie mit der Vertikallinie macht, ist die Zenithdistanz. — Höhe und Zenithdistanz machen zusammen stets 90°, und Punkte von gleichen Höhen liegen in einem gemeinschaftlichen Höhenkreise. Die Höhe des sichtbaren Poles an einem gegebenen Orte macht folglich mit der Höhe des Aequators gleichfalls zusammen 90°.

Ein größter Kreis, durch das Zenith und einen Punkt O des Himmels gelegt, steht senkrecht auf die Horizontalebene und heißt Vertikalkreis.

Geht man, statt vom Horizonte und Zenith, vom Aequator und dessen Polen aus, so heißt der Winkel, den eine nach O gezogene Linie mit der Ebene des Aequators macht, die Deklination des Punktes O, und der Winkel dieser Linie mit der Weltachse seine Poldistanz. Deklination und Poldistanz sind also gleichfalls = 90°. Legt man durch den Pol und den Punkt O einen größten Kreis, so heißt dieser der Deklinationskreis des Punktes O, und andere Punkte, welche mit ihm gleiche Deklination haben, liegen in einem gemeinschaftlichen Parallelkreise. —

§. 5.

Legt man durch den Pol und das Zenith eines Erdorts P einen größten Kreis, so ist er Vertikal- und Deklinationskreis zugleich, und dieser größte Kreis heißt Meridian des Ortes P. Die Ebene dieses größten Kreises schneidet die Horizontalebene in eine Linie, Mittagslinie

genannt, deren beide Endpunkte Nordpunkt und Südpunkt, je nach den benachbarten Polen, benannt werden. Normal auf diese Linie steht in der Ebene des Horizonts eine zweite, die Ost-Westlinie, deren Endpunkte Ost und West sind. Wendet man das Auge gegen Süden, so hat man links Osten, rechts Westen. Diese vier Punkte nennt man Cardinalpunkte.

Stundenwinkel heißt derjenige Winkel, den der Deklinationskreis eines gegebenen Punktes mit dem Meridian macht; parallaktischer Winkel hingegen der, den er mit dem Vertikalkreise eben desselben Punktes macht. Beide Winkel sind sphärische, haben im Meridian selbst den Werth Null, und wachsen von da ab nach beiden Seiten hin. Azimuth ist der Winkel des Vertikalkreises mit dem Meridian. Der Stundenwinkel kann zwar, ähnlich wie alle andere, in Bogentheilen des Kreises nach Graden und deren Minuten und Sekunden angegeben werden. Häufiger aber theilt man für ihn und eben so auch für die geraden Aufsteigungen der Sterne den Kreis, statt in 360 Grade, in 24 Stunden, er gibt nun den Winkel in Stunden und deren Minuten und Sekunden an. Eine Stunde enthält also in diesem Sinne 15 Grade, eine Zeitminute 15 Bogenminuten, eine Zeitsekunde 15 Bogensekunden u. s. w., wonach die gegenseitigen Verwandlungen auszuführen sind.

§. 6.

Die gewöhnlichen Bezeichnungen dieser Linien und Winkel sind folgende:

φ = Polhöhe,

δ = Deklination, und p = Poldistanz,

a = Azimuth,

h = Höhe, und z = Zenithdistanz,
t = Stundenwinkel,
q = parallaktischer Winkel,

so daß $\delta + p = 90^0$ und $h + z = 90^0$; und die sphärische Trigonometrie liefert die folgende Grundgleichung:

(1) . . . $\sin. h = \sin. \varphi \sin. \delta + \cos. \varphi \cos. \delta \cos. t$;

welche, wenn man statt h und δ . . . . p und z einführt, geschrieben werden kann:

$$\cos. z = \sin. \varphi \cos. p + \cos. \varphi \sin. p \cos. t;$$

hieraus folgt für $t = o$, also wenn der betreffende Punkt im Meridian steht,

(2) . . . $\sin. h = \cos. (\varphi - \delta)$; also $h = 90^0 + \delta - \varphi$ und $z = \varphi - \delta$;

so wie für $t = 180^0$, wenn sich der Punkt abermals im Meridian befindet;

(3) . . . $-\sin. h = \cos. (\varphi + \delta)$; also $h = \delta + \varphi - 90^0$ und $z = 180^0 - \varphi - \delta$.

Der Theil des Meridians, auf welchen sich die Formel (3) bezieht, liegt zwischen dem sichtbaren Pole und dem gleichnamigen Punkte des Horizonts. Die Formel (2) gilt für den andern (größern) Theil des Meridians. Ein Stern, wenn er sich im Meridian befindet, kulminirt, und zwar gibt die Formel (2) seine Höhe in der obern, die Formel (3) seine Höhe in der untern Kulmination. Die letztere ist nur sichtbar für Sterne, bei denen $\delta + \varphi > 90^0$, und beide Kulminationen sind unsichtbar, wenn $\varphi - \delta > 90^0$, was nur möglich ist, wenn φ und δ verschiedene Zeichen haben.

Befindet sich der Stern im Horizont, so ist h und also auch $\sin. h$ oder $\cos. z = o$, und man hat:

$$o = \sin. \varphi \sin. \delta + \cos. \varphi \cos. \delta \cos. t;$$

folglich: (4) . . . $-\cos. t = \tang. \varphi \tang. \delta$,

und dieß ist der Werth des Stundenwinkels, bei welchem der Stern auf- oder untergeht. Wird t in Stunden ausgedrückt ($15^0 = 1^h$), so erhält man den halben Tagbogen des Gestirns, d. h. die Zeit, welche vom Aufgange bis zur Kulmination, so wie von dieser Zeit bis zum Untergange verfließt. Für Sterne, welche stets $\begin{Bmatrix}\text{über}\\\text{unter}\end{Bmatrix}$ dem Horizont bleiben, wird tg φ tg $\delta > \begin{Bmatrix}+\\-\end{Bmatrix}$ 1 und folglich für t ein unmöglicher Werth gefunden.

§. 7.

Für die leichtere logarithmische Berechnung der verschiedenen Aufgaben, welche aus der gegenseitigen Abhängigkeit der §. 6 angeführten Größen entspringen, können folgende allgemeine Relationen dienen, welche den sogenannten Gaußischen Formeln entsprechen:

$$\sin.\left(\frac{p+\varphi}{2}-45^0\right)\cos.\tfrac{1}{2}\,t=\cos.\left(\frac{a+q}{2}\right)\sin.\tfrac{1}{2}\,z.$$

$$\sin.\left(\frac{p-\varphi}{2}+45^0\right)\sin.\tfrac{1}{2}\,t=\sin.\left(\frac{a+q}{2}\right)\sin.\tfrac{1}{2}\,z.$$

$$\cos.\left(\frac{p+\varphi}{2}-45^0\right)\cos.\tfrac{1}{2}\,t=\cos.\left(\frac{a-q}{2}\right)\cos.\tfrac{1}{2}\,z.$$

$$\cos.\left(\frac{p-\varphi}{2}+45^0\right)\sin.\tfrac{1}{2}\,t=\sin.\left(\frac{a-q}{2}\right)\cos.\tfrac{1}{2}\,z.$$

Durch Hülfe dieser Formeln können, sobald drei dieser Größen gegeben sind, die andern drei abgeleitet werden.

Um z. B. aus p, φ und t die a, q und z herzuleiten, dividire man die erste Formel mit der zweiten, so hat man

$$\text{cotg. } \tfrac{1}{2}(a + q) = \frac{\sin.\left(\frac{p + \varphi}{2} - 45^\circ\right) \cos.\ \tfrac{1}{2}\, t}{\sin.\left(\frac{p - \varphi}{2} + 45^\circ\right) \sin.\ \tfrac{1}{2}\, t}$$

ferner die dritte mit der vierten, und man erhält

$$\text{cotg. } \tfrac{1}{2}(a - q) = \frac{\cos.\left(\frac{p + q}{2} - 45^\circ\right) \cos.\ \tfrac{1}{2}\, t}{\cos.\left(\frac{p - q}{2} + 45^\circ\right) \sin.\ \tfrac{1}{2}\, t}$$

Alsdann ist

$$a = \tfrac{1}{2}(a + q) + \tfrac{1}{2}(a - q)$$
$$q = \tfrac{1}{2}(a - q) - \tfrac{1}{2}(a - q)$$

und alsdann ist in den Gleichungen nur noch eine unbekannte z enthalten, die man beliebig aus jeder derselben suchen kann.

Wären umgekehrt a, q und z gegeben, und p, φ und t würden gesucht, so ergäbe die Division der ersten durch die dritte Formel

$$\text{tg.}\left(\frac{p + \varphi}{2} - 45^\circ\right) = \frac{\cos.\left(\frac{a + q}{2}\right) \sin.\ \tfrac{1}{2}\, z}{\cos.\left(\frac{a - q}{2}\right) \cos.\ \tfrac{1}{2}\, z}$$

und die zweite durch die vierte getheilt, ergibt

$$\text{tg.}\left(\frac{p - q}{2} + 45^\circ\right) = \frac{\sin.\left(\frac{a + q}{2}\right) \sin.\ \tfrac{1}{2}\, z}{\sin.\left(\frac{a - q}{2}\right) \cos.\ \tfrac{1}{2}\, z}$$

wodurch p und q bestimmt sind und nur noch t als letzte

unbekannte aus irgend einer der vier Gleichungen zu ermitteln übrig bleibt.

§. 8.

Wenn die Deklination eines Gestirns unveränderlich oder doch so wenig veränderlich ist, daß sie im Laufe eines Tages als unveränderlich betrachtet werden kann, so hat er, wie die vorstehenden Formeln ergeben, bei der obern Kulmination wirklich seine größte Höhe. Wenn aber die Deklination sich ändert, wie dieß namentlich bei dem Monde, und in geringerem Grade auch bei der Sonne und den Planeten stattfindet, so fällt der Zeitpunkt der größten Höhe nicht mit der Kulmination zusammen. Sey n die Zunahme der Deklination, in Bogensekunden ausgedrückt, innerhalb 24 Stunden, so ist die Zeit s zwischen Kulmination und höchstem Stande des Gestirns in Zeitsekunden gegeben durch

$$s = \frac{n \sin. z}{30 \pi \cos. \delta \cos. \varphi}$$

und nennt man die Höhe in diesem Punkte, wenn h die Kulminationshöhe bezeichnet, h + $\triangle$ h, so findet sich $\triangle h = \left(\frac{n}{720^0}\right)$ s (wobei s und n in Bogensekunden auszudrücken sind).

Wenn die Deklination im Abnehmen begriffen ist, so wird das s negativ, d. h. die größte Höhe des Gestirns tritt vor der Kulmination ein.

§. 9.

Die Sonne befolgt in ihrem täglichen Laufe, allgemein betrachtet, dasselbe Gesetz, wie die übrigen Gestirne. Ihr Stundenwinkel ist zugleich, wenn man vom wahren

Mittag an zählt, die wirkliche Tagesstunde. Ihre Deklination ist veränderlich, und die Periode dieser Veränderungen gibt uns das Jahr. Allein auch noch eine zweite Veränderung ihres Orts wird bemerkt: sie rückt ziemlich gleichförmig zu weiter östlich liegenden Sternen fort. Zwar kann dieß unmittelbar nicht wahrgenommen werden, da kein Stern in der Nähe der Sonne, selbst nicht mit bewaffnetem Auge, sichtbar ist. Achtet man aber auf die Kulminationen der Sterne in der Nacht, so findet man, daß diese allnächtlich etwa 4 Minuten früher erfolgen; nähme man also die Zeit, welche zwischen zweien obern Kulminationen eines Sternes verfließt, als Tag von 24 Stunden an, so würde eine tägliche Verspätung der Sonne von 4 Minuten bemerkt werden. Die Bewegung von 4 Minuten Zeit mußte also entweder allen Sternen insgesammt oder der Sonne zugeschrieben werden: wir werden weiterhin sehen, daß sie eigentlich der Erde angehört.

§. 10.

Die Oerter, welche die Sonne im Laufe des Jahres in Beziehung auf die Fixsterne einnimmt, liegen in einem größten Kreise, der folglich den Aequator in zweien einander entgegengesetzten Punkten schneidet, die man den Frühlings- und Herbstpunkt nennt. Wenn sich die Sonne in einem derselben befindet, so ist ihre Deklination gleich Null, und die Gleichung für den halben Tagbogen

$$-\cos. t = \text{tg.}\ \varphi\ \text{tg.}\ \delta$$

geht also in diese

$$\cos. t = 0 \text{ d. h. } t = 90^\circ$$

über, woraus folgt, daß der halbe Tagbogen der Sonne alsdann 6 Stunden beträgt. Der Tag hat also 12 und die Nacht 12 Stunden, weßhalb man diese Zeiten auch

Nachtgleichen (Aequinoctien) und jene Punkte Aequinoctialpunkte nennt. Der Aequinoctialpunkt des Frühlings ist der Normal- und Anfangspunkt für den gesammten Himmel: von ihm aus gehen alle Abzählungen.

Der von der Sonne innerhalb eines Jahres durchlaufene größte Kreis heißt die Ekliptik und hat seine Pole, gleich dem Aequator, und was die Deklinationskreise für letztere, sind die Breitenkreise für die Ekliptik. Von ihr aus zählt man nach beiden Polen zu 90° Breite, wie vom Aequator aus 90° Deklination. An der Ekliptik und ihrem Parallelkreise zählt man rings um den Himmel herum (360°) Länge, so wie am Aequator 360° Grade Aufsteigung (Rectascension). Beide, Länge und Rectascension, werden vom Frühlings-Nachtgleichenpunkte aus nach Osten herum gezählt.

Man bezeichnet gewöhnlich
die Rectascension mit α
die Deklination mit δ
die Länge in der Ekliptik mit Λ
die Breite mit β.

§. 11.

Der Winkel, den die beiden Ebenen des Aequators und der Ekliptik mit einander einschließen, ist zwar nicht ganz constant, aber nur langsamen und geringen Veränderungen unterworfen, die von verschiedenen Perioden abhängen. Er beträgt gegenwärtig im Mittel 23° 27′ 30″ und nimmt jährlich etwa um eine halbe Sekunde ab, welche Abnahme nun schon mehrere Jahrtausende fortdauert und noch mehrere fortdauern wird. Man bezeichnet ihn mit ε und nennt ihn Schiefe der Ekliptik.

Diejenigen Deklinationskreise, welche durch 0°, 90°,

180^0 und 270^0 der Rectascension gehen, heißen Coluren. Der erste und dritte treffen die Nachtgleichenpunkte und heißen Coluren der Aequinoctien; der zweite und vierte die Solstitialpunkte, d. h. diejenigen, in denen die Sonne sich am weitesten nach Norden und Süden vom Aequator entfernt hat. Diese letztern fallen mit den Breitenkreisen zusammen, da sie sowohl durch die Pole des Aequators als der Ekliptik gehen; die den ersteren entsprechenden machen mit ihnen einen Winkel $= \varepsilon$. Allgemein heißt der Winkel, den der Breitenkreis mit dem Deklinationskreise an einem gegebenen Sterne macht, der Positionswinkel desselben, welcher ψ bezeichnet werden mag.

Die gegenseitige Abhängigkeit dieser 6 Größen ist in folgenden Formeln enthalten:

$$\sin. \tfrac{1}{2} (\varepsilon + \delta - 90^0) \cos. (45^0 + \tfrac{1}{2} a) = \sin. \tfrac{1}{2} (\psi + A - 90^0) (\sin. 45^0 - \tfrac{1}{2} \beta)$$

$$\sin. \tfrac{1}{2} (\varepsilon - \delta + 90^0) \sin. (45^0 + \tfrac{1}{2} a) = \cos. \tfrac{1}{2} (\psi + A - 90^0) \sin. (45^0 - \tfrac{1}{2} \beta)$$

$$\cos. \tfrac{1}{2} (\varepsilon + \delta - 90^0) \cos. (45^0 + \tfrac{1}{2} a) = \sin. \tfrac{1}{2} (\psi + 90^0 - A) \cos. (45^0 - \tfrac{1}{2} \beta)$$

$$\cos. \tfrac{1}{2} (\varepsilon - \delta + 90^0) \sin. (45^0 + \tfrac{1}{2} a) = \cos. \tfrac{1}{2} (\psi + 90^0 - A) \cos. (45^0 - \tfrac{1}{2} \beta)$$

und hierzu kann man noch die Prüfungsgleichung:

$$\cos. A \cos. \beta = \cos. \alpha \cos. \delta$$

beliebig anwenden.

Die Anwendung dieser Formeln auf wirkliche Berechnungen ist ganz derjenigen ähnlich, welche in §. 7 für die dort aufgeführten vier Formeln gezeigt worden ist.

Bei der Sonne, wo die Breite = Null ist (der Strenge nach hat die Sonne eine kleine Breite, welche aber im

Maximo 1″ nie überschreitet) werden die Formeln weit einfacher; man hat nämlich:

$$\sin. : \delta = \sin. A \sin. \varepsilon$$

$$\text{tg.}\ \alpha = \cos. \varepsilon\ \text{tg.}\ A.$$

Die äußersten Werthe für δ sind also $+ \varepsilon$ und $- \varepsilon$, ersterer bei $A = 90^0$, letzterer bei $A = 270^0$; ersterer ist das Sommer-, letzteres das Wintersolstitium der nördlichen Halbkugel.

§. 12.

Es genügt also (da man ε als constant ansehen kann), die Länge der Sonne zu wissen, um für eine gegebene Polhöhe der Mittagshöhe der Sonne den halben Tagbogen u. s. w. zu berechnen; und diese Länge würde, wenn das Jahr der Erde eine volle Anzahl von Tagen, ohne übrigbleibenden Bruchtheil enthielte, in allen Jahren den gleichen Tagen bis auf sehr geringe Differenzen angehören. Diese Voraussetzung findet nun zwar nicht statt; die Länge eines Jahres ist vielmehr 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten und 47 Sekunden; allein die Einrichtung der Schalttage (im gregorianischen Kalender) macht, daß man überall, wo beiläufige Berechnungen genügen, die für ein Jahr berechneten Tageslängen nahezu als für alle Jahr gültig annehmen kann. Im julianischen (alten) Kalender dagegen hat jedes Jahrhundert seine eigenen mittleren Tageslängen, und sie sind von Zeit zu Zeit neu anzuordnen.

§. 13.

Bevor wir zu weiteren Anwendungen der vorgetragenen Lehren schreiten können, ist es nöthig, die Größe und Gestalt der Erde wenigstens im Allgemeinen zu kennen, da bei einer wesentlich verschiedenen Form derselben die

Phänomenen der Erleuchtung und Erwärmung in ganz anderer Folge stattfinden würden.

Wir finden sehr sonderbare Ideen über die Gestalt der Erde bei den ältern Völkern. Die früheste Meinung machte sie zu einer flachen Scheibe, vom Okeanos umflossen, einem großen Strome, aus dem die Sonne emporstieg und sich beim Untergange wieder eintauchte. Thales ließ die Erde vom Wasser, Anaximenes von verdichteter Luft getragen werden; auch Anaximander machte sie zu einer kurzen Säule, deren eine Grundfläche bewohnt sey. Die alten Indier stellten nicht weniger abenteuerliche Meinungen auf; bei Einigen ruhte die Erde auf einem Elephanten, dieser auf einer Schildkröte und diese auf — Nichts; andere geben ihr keine Unterstützung, sondern ließen sie beständig fortfallen, aber durch den unendlichen leeren Raum.

Indeß scheint die annähernd richtige Meinung von einer Kugelgestalt der Erde auch dem frühen Alterthume, namentlich den Aegyptiern und Chaldäern, nicht fremd gewesen zu seyn. Die letzteren bestimmten den Umfang der Erde dadurch, daß sie sagten: ein guter Fußgänger brauche drei Jahre, um einmal um die Erde herumzukommen. Von den Aegyptiern hatte wahrscheinlich Pythagoras seine richtige Ansicht erhalten. Eudoxus schloß aus der Lage der Gestirne, die er auf seinen Reisen beobachtet hatte, auf eine regelmäßig gekrümmte Oberfläche der Erde, und Aristoteles suchte für die Kugelgestalt der Erde aus der Tendenz des Wassers, sich überall so sehr als möglich zu senken, einen Beweis zu führen. In der alexandrinischen Schule war die Erde allgemein als Kugel gesetzt, und nur in der finstersten Zeit des europäischen Mittelalters finden wir die Behauptung wieder, daß die Erde flach sey. —

§. 14.

Allgemeine Beweise für die Kugelgestalt der Erde, oder doch für eine dieser nahe kommende, sind zunächst die Erscheinungen auf Reisen von N. nach S. Man bemerkt, daß die Gestirne derjenigen Seite des Himmels, wohin man geht, in dem Maaße höher steigen, als man auf dem Meridian vorrückt, woraus folgt, daß die Erde in der Richtung von N. nach S. gekrümmt sey. Auf Reisen nach O. und W. würde man dieselbe Bemerkung machen, wenn die tägliche Bewegung der Gestirne nicht ohnedieß ihre Höhe stets veränderte. Allein wenn man Himmelsbegebenheiten, z. B. Mondfinsternisse an verschiedenen, in der Richtung Ost-West von einander entfernten Orten beobachtet, so bemerkt man dieselbe Ungleichheit der Höhe und Lage des Gestirns. — Zwar würde auch auf einem flachen Erdkörper, eine nur mäßige Entfernung der Himmelskörper vorausgesetzt, Aehnliches bemerkt werden, allein die Zu- und Abnahme der horizontalen Höhe würde dann nicht dem zurückgelegten Wege proportional seyn, und gleichzeitig würden sich die Configurationen der Gestirne ändern müssen, wovon wir nichts wahrnehmen.

Die wirklich ausgeführten Reisen um die Erde, die Beschränktheit und kreisförmige Begrenzung des Gesichtskreises von erhabenen Punkten aus, der runde Erdschatten bei Mondfinsternissen, sind gleichfalls den allgemeinen elementaren Beweisen für die Kugelgestalt der Erde beizuzählen, und wir können diese deßhalb vorläufig als constatirt annehmen, bis wir im weiteren Fortgange unserer Betrachtungen die Mittel kennen gelernt haben, wodurch man die Gestalt und Größe der Erde genauer bestimmt hat.

§. 15.

Die im Bisherigen auseinandergesetzten Bewegungen der Gestirne erklären sich am einfachsten, wenn man nicht sie selbst, sondern die Erde einen 24stündigen Kreislauf um die Weltachse, die alsdann ihre eigene Achse ist, machen läßt. Ebenso erklärt sich die Bewegung der Sonne in der Ekliptik durch eine Bewegung der Erde in derselben Ebene innerhalb eines Jahres, und wir werden später sehen, daß beide Annahmen nicht allein die einfachste und ungezwungenste Erklärung sämmtlicher Phänomen des Fixsternhimmels, die nur auf diesem Wege möglich ist, sondern auch ganz direkte Beweise für sich haben. Zwar würden die Jahreszeiten und Tageslängen sich ebenso gestalten, wenn die Erde in Ruhe bliebe und die Sonne nebst allen andern Gestirnen die wahrgenommenen Bewegungen wirklich machte; und auch die Mond- und Sonnenfinsternisse würden, was das Allgemeine der Erscheinung betrifft, in derselben Art erfolgen. Für andere Phänomene, z. B. den Lauf der Planeten, würden sich dagegen nur sehr gezwungene Erklärungen finden, während noch andere gar keine Erklärung außer der obigen (der Erdbewegung) gestatten, die überdieß nothwendig aus den Grundsätzen der Mechanik folgt.

§. 16.

Die Erde bewegt sich in 24 Sternstunden, welche 23 Stunden 56 Minuten 4 Sekunden Sonnenzeit gleich sind, einmal völlig gleichförmig um ihre Achse, die mit der Weltachse (§. 1.) identisch ist. Die Ebene dieser Bewegung ist die des Aequators, und hierdurch erhalten wir für die Erdkugel ganz dasselbe System des Aequators und seiner Pole, wie für den Himmel. Die Erdpole (Nord- und Südpol) sind vom Aequator 90° entfernt und sie sind

zugleich die Mittelpunkte sämmtlicher Parallelkreise der Erde. Den Deklinationskreisen des Himmels entsprechen auf der Erdkugel die Meridiane, da jeder Ort seinen eigenen Meridian hat. Statt der Benennungen Rectascension und Deklination hat man jedoch für die Erde Länge und Breite gewählt und die Längen und Breiten des Himmels beziehen sich folglich nicht auf dasselbe Coordinatensystem, wie die der Erde. Wir bezeichnen deßhalb die Länge und Breite für die Erde durch l und b.

Die Breite b ist identisch mit der Polhöhe φ; sie ist am Aequator 0 und wird von hier ab nach beiden Polen hin bis zu 90° fortgezählt. Die Längen dagegen haben keinen von der Natur selbst fixirten Anfangspunkt, weßhalb zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen Nationen auch andere Meridiane als erste gesetzt wurden. Am allgemeinsten ist der Meridian, der durch die kanarische Insel Ferro geht, als erster Meridian im Gebrauch; um ihn bestimmter zu fixiren, ist man übereingekommen, ihn genau 20° westlich vom Meridian der Pariser Sternwarte zu legen. — Neben diesem ist noch besonders bei den englischen Seefahrern der Meridian der Sternwarte Greenwich in Gebrauch, der 17° 39′ 37″,5 östlich von Ferro; und 2° 20′ 22″,5 westlich vom Pariser Meridian liegt.

§. 17.

Da die Breiten auf der Erdkugel den Deklinationen des Himmels entsprechen, so wird jeder Ort der Erde diejenigen Sterne, deren Deklination seiner Breite gleich ist, durch sein Zenith gehen sehen; der Aequator diejenigen, die im Aequator des Himmels liegen. Zur Zeit der Aequinoctien geht also die Sonne durch das Zenith des Erdäquators, zur Zeit des Sommersolstitiums durch das

Zenith des Parallelkreises 23° 27′ 30″ der nördlichen Halbkugel, zur Zeit des Wintersolstitiums den gleichen Parallelkreis der südlichen. Diese beiden Parallelkreise schließen also alle Orte ein, durch deren Zenith im Laufe des Jahres die Sonne geht. Diesen Erdstrich, der sich 46° 55′ in der Breite erstreckt, nennt man die heiße Zone; er umfaßt 0,398 der Erdoberfläche und verengert und erweitert sich im Verlaufe der Jahrtausende nach Maßgabe der Ab- und Zunahme der Schiefe der Ekliptik.

Steht die Sonne im Zenith des Aequators, so geht die Erleuchtungsgrenze durch die beiden Pole, und halbirt nicht allein den Aequator, sondern auch sämmtliche Parallelkreise. Alsdann ist also für jeden Ort derselben die Zeit, während welcher er innerhalb der Erleuchtungsgrenze verweilt, (der Tag) derjenigen gleich, wo er sich außerhalb derselben befindet (Nacht und Dämmerung).

Wenn dagegen die Sonne im Zenith eines Ortes außerhalb des Aequators steht, so geht die Erleuchtungsgrenze nicht mehr durch die Pole, sondern einer von ihnen liegt innerhalb, der andere außerhalb derselben; und Orte, welche vom Pole nicht weiter entfernt liegen, als die Deklination der Sonne beträgt, werden dann bei der täglichen Achsendrehung die Erleuchtungsgrenze gar nicht mehr erreichen, d. h. keinen Auf- und Untergang der Sonne sehen. Wenn die Declination in ihrem Maximo ε ist, so werden diese Gegenden sich bis zu 23° 27′ 30″ von den beiden Polen erstrecken und von den Parallelen $90° - \varepsilon = 66° 32' 30''$ begrenzt werden. Diese beiden Parallelen heißen Polarkreise, und sie schließen die beiden kalten Zonen ein: Segmente, in deren Mittelpunkte die Pole liegen, und deren jedes 0,041 der

Erdoberfläche einnimmt. Die beiden Parallelen, welche die heiße Zone umschließen, heißen Wendekreise, und zwischen den Polar- und Wendekreisen liegen die gemäßigten Zonen, deren jede 43° 5′ in der Breite einnimmt und 0,260 der Erdoberfläche enthält.

§. 18.

In der heißen, wie in den gemäßigten Zonen wechseln, Jahr aus, Jahr ein, Tag und Nacht, nur daß sie desto ungleicher ausfallen, je weiter die Sonne von den Aequinoctien, und je weiter der Ort vom Aequator liegt, wie aus Formel (4) §. 6 hervorgeht. In den kalten Zonen dagegen ist dieser Wechsel einen Theil des Jahres hindurch aufgehoben, d. h. es ist alsdann fortwährend Tag oder fortwährend Nacht, je nachdem die Sonne in Beziehung auf diese Zone dieß- oder jenseits des Aequators steht. Dieser Theil des Jahres ist desto größer, je näher der Ort dem Pole liegt, und die Pole selbst haben 6 Monate Tag und 6 Monate Dämmerung und Nacht.

Man kann leicht die Breiten berechnen, für welche der Tag eine gewiße Größe erreicht, indem man die Formel (4) so schreibt:

$$\text{tg}\,\varphi = -\cos t \,\text{cotg.}\,\varepsilon$$

und hiernach ist folgende Tabelle entworfen:

Gemäßigte und heiße Zonen.

Längster Tag.	Breite N. und S.	Längster Tag.	Breite N. und S.
12^h 0′	0° 0′	14^h 30′	36° 32′
12 30	8 34	15 0	41 24
13 0	16 44	15 30	45 33
13 30	24 12	16 0	49 3
14 0	30 49	16 30	52 0

Längster Tag.	Breite N. und S.	Längster Tag.	Breite N. und S.
17^h 0'	54° 31'	21^h 0'	64° 50'
17 30	56 39	21 30	65 23
18 0	58 28	22 0	65 57
18 30	60 0	22 30	66 8
19 0	61 19	23 0	66 22
19 30	62 26	23 30	66 30
20 0	63 23	24 0	66 32 30''
20 30	64 11		

Ueber den Polarkreis hinaus ist die obige Formel nicht mehr anwendbar. Dann erhält man aus der §. 11 angeführten:

$$\sin. \delta = \sin. A \sin. \varepsilon$$

wenn man statt δ . . . $90 - \varphi$ setzt, die um 90° und 270° herumliegenden Sonnenlängen, welche den Tagen angehören, wo die Sonne für die Breite φ aufhört oder wieder anfängt den Horizont zu erreichen. So findet sich die Dauer des längsten Tages

30 Tage für	67° 19'	150 Tage für	82° 55'
60 „ „	69 34	180 „ „	88 38
90 „ „	73 5	6 Monate für	90 0
120 „ „	77 38		

§. 19.

Die angegebenen größten Tagelängen sind zugleich die größten Nachtlängen im Winter, wobei die Dämmerung immer mit zur Nacht gerechnet wird. Zwei verschiedene Ursachen bewirken indeß, daß die Dauer des Tages stets etwas länger ist, als sie sich nach vorstehenden Formeln ergibt. Die Sonne ist kein leuchtender Punkt, sondern eine Scheibe von 32' im scheinbaren Durchmesser, und ihr Mittelpunkt steht 16' unter dem Horizont, wenn ihr oberer Rand auf- oder untergeht; es muß also die Zeit,

welche die Sonne gebraucht, um von der Höhe 0 bis zur Höhe — 16′ in ihrer täglichen Bewegung fortzurücken, dem halben Tagbogen hinzugezählt werden. Dann aber tritt noch die Refraction (Strahlenbrechung) hinzu, die in einer Ablenkung des Lichtstrahls von der geraden Linie besteht und über welche späterhin ausführlicher die Rede seyn soll. Sie erhöht die Körper, welche am Horizonte stehen, scheinbar um 36′ im Durchschnitt. Diese zu obigen 16′ hinzugerechnet, gibt 52′, allein die Zeit, welche die Sonne gebraucht, um am Horizonte ihre Höhe um 52′ zu verändern, ist verschieden, und richtet sich nach dem parallaktischen Winkel q. Man hat nämlich in Zeitminuten

$$\frac{52}{15} \text{ cosec. q}$$

wonach der geringste Werth dieser Vergrößerung (3 ½ Minuten) für den Aequator eintritt, wo q = 90° ist. Für die Pole verfrüht sich der Sonnenaufgang und verspätet sich der Sonnenuntergang aus dieser Ursache um 53 Stunden, so daß der Tag dort 187, die Nacht 178 Stunden dauert.

Eine völlig genaue Berechnung des Auf- oder Untergangs der Sonne oder auch andrer Himmelskörper ist der veränderlichen Refraktion wegen nicht möglich, auch weder in der Astronomie noch Geographie erforderlich; man begnügt sich, sie auf Minuten richtig anzugeben.

§. 20.

Die oben angeführten Benennungen der Zonen, als heiße, gemäßigte und kalte, erleiden, wenn man sie nach ihrer physischen Bedeutung nehmen will, manche Modifikationen, die von der Bodengestaltung, der Form und Lage

der Küsten, hauptsächlich aber von der Höhe über dem Meere abhängen. Im Allgemeinen nimmt allerdings die Mitteltemperatur vom Aequator nach den Polen zu ab, dennoch scheinen sowohl die heißesten als die kältesten Temperaturen Gegenden anzugehören, die nahe an den Grenzen der nördlich gemäßigten Zonen, wo nicht gar in dieser selbst liegen. Der nördliche Wendekreis trifft weit mehr Continente als der Aequator; da nun der Ocean temperirend sowohl auf warme als auf kalte Klimate wirkt, so kann sich dort keine so kräftige Wärme erzeugen, als in den Sandwüsten und Tiefländern zwischen 20° und 25° nördl. Br., die vom Ocean entfernt liegen. Auch trifft die Abnahme der Temperatur mit wachsender Breite keineswegs alle Jahreszeit gleichmäßig. Die größte Sommerwärme ist auf der Erde im Ganzen wenig verschieden; der hauptsächlichste Unterschied liegt in der Dauer und Strenge des Winters. Die näheren Betrachtungen hierüber gehören in die physische Geographie.

§. 21.

Der Mond begleitet die Erde auf ihrem Laufe um die Sonne und ist der einzige Körper, der um sie selbst läuft. Er ist im Volumen 49 ½ mal und der Masse nach 86mal kleiner als die Erde; das Verhältniß der beiderseitigen Oberflächen ist 1 : 13 ½ und das der Durchmesser 1 : 3 ⅝; genauer 109 : 400. Seine Entfernung im mittleren Durchschnitt beträgt 60 Erdhalbmesser oder genauer 51829 geographischer Meilen (deren der Umfang des Aequators 5400 hat); und er läuft innerhalb 27 Tagen 7 Stunden 43 Minuten 11,6 Sekunden einmal um die Erde. Die verschiedenen Lichtgestalten, die er uns zeigt, hängen jedoch nicht unmittelbar von dieser Periode, sondern

von seinem sogenannten synodischen Umlauf ab. Da nämlich, während der Mond um die Erde läuft, diese selbst einen Theil ihrer Bahn um die Sonne zurückgelegt und folglich ihre Stellung gegen sie verändert hat, so muß der Mond, um wieder in die Linie zu rücken, welche durch Erde und Sonne geht, noch weitere $29\frac{1}{2}^{0}$ am Himmel beschreiben und er gebraucht zu einem solchen Umlaufe 29 Tage 12 Stunden 44 Minuten 2,8 Sekunden. Aus verschiedenen Ursachen ist ferner die Dauer sowohl der wahren, als auch der synodischen Umläufe sehr ungleich; und mehr noch die Winkelbewegung während eines Umlaufs. Wir müssen jedoch diese Untersuchungen der theoretischen Astronomie überlassen und betrachten hier nur seine mittlere Bewegung. —

§. 22.

Der Mond erhält, wie die Erde, sein Licht von der Sonne; es kann daher stets nur diejenige Hälfte seiner Oberfläche erleuchtet seyn, die der Sonne zugewandt ist. Ist dieselbe Hälfte der Erde zugewandt, so sehen wir die ganze, uns als Scheibe erscheinende Halbkugel erleuchtet (Vollmond, Opposition). Der Vollmond tritt also ein, wenn eine vom Monde zur Sonne gezogene Linie zugleich die Erde trifft, also von der Erde aus Mond und Sonne nach entgegengesetzten Richtungen gesehen werden. Die Aufeinanderfolge ist alsdann: S E M.

Indem der Mond in seiner von West nach Ost gerichteten Bahn fortrückt, kommt er nach $7\frac{3}{8}$ Tagen in eine Stellung, wo er mit der Erde und Sonne einen rechten Winkel macht: S $\begin{matrix}M\\E.\end{matrix}$ Der Erde ist alsdann nur die Hälfte der erleuchteten Seite zugekehrt, während

die andere rechts liegende Hälfte der Scheibe dunkel erscheint; man nennt diese Stellung Quadratur, Viertel.

Bei weiterer Fortsetzung des Laufes gelangt er in die Lage S E M, und von seinen beiden Halbkugeln ist dann nur die dunkle Seite der Erde zugewandt, so daß nichts von ihm bemerkt wird; man nennt diese Lage Conjunktion, Neumond; $7\frac{3}{8}$ Tage später tritt die Lage S $\genfrac{}{}{0pt}{}{E}{M}$ ein, so daß abermals die (rechts liegende) Hälfte seiner Scheibe erleuchtet, die andere dunkel ist, also eine abermalige Quadratur, die letzte; worauf denn wieder ein Vollmond folgt.

Die beiden Quadraturen unterscheidet man so, daß man die, dem Vollmond vorhergehende das erste Viertel, die ihm nachfolgende das letzte Viertel nennt. Die in den intermediären Lagen vorkommenden Lichtgestalten erklären sich nun auf sehr einfache Weise.

§. 23.

Da jeder bloß erleuchtete Körper einen Schatten in der Richtung des verlängerten Lichtstrahls wirft, und dieser Schatten bei der von der Sonne erleuchteten Erde 182408 bis 188640 geographische Meilen Länge hat, was die Entfernung des Mondes fast um das dreifache übertrifft, so würde hiernach der Vollmond jedesmal vom Schatten der Erde getroffen werden müssen. Ebenso würde der Schatten des Neumondes, der 49100 bis 51108 Meilen Länge hat, die Erde zuweilen wirklich treffen, immer ihr aber so nahe kommen, daß irgend einer Gegend der Erde der größte Theil der Sonne verdeckt werden müßte. Daß beides nur ausnahmsweise geschieht, hat seinen Grund darin, daß die Ebne der Mondbahn nicht mit der Ebne der

Erdbahn zusammenfällt, sondern 5° 9′ gegen dieselbe geneigt ist. Der Vollmond kann also dem Punkte, wohin der Erdschatten trifft, nördlich oder südlich vorübergehen und ebenso die Erde dem Neumondschatten; die erwähnten Phänomene treten also nur ein, wenn der Voll- oder Neumond zugleich der Durchschnittslinie beider Ebenen nahe genug liegt. Wenn daher nach einander eine oder auch zwei Sonnenfinsternisse (Sonnenbedeckungen durch den Mond) und zwischen beiden eine Mondfinsterniß (Beschattung des Mondes durch die Erde) erfolgt sind, so währt es gegen 5 Monate, ehe sich die Finsternisse erneuern. Man nennt totale Mondfinsterniß eine solche, wo der ganze Mond beschattet wird; partiale diejenige, wo nur ein Theil des Mondes getroffen wird. Eben so ist eine totale Sonnenfinsterniß eine solche, wo der Mond die ganze Sonnenscheibe, eine partiale, wo er nur einen Theil derselben verdunkelt; steht der ganze Mond so vor der Sonne, daß rund herum ein schmaler Ring stehen bleibt, so heißt die Finsterniß ringförmig. Sonnenfinsternisse finden stets nur für einen Theil der Gegenden, welche die Sonne über dem Horizont haben, statt; Mondfinsternisse für die ganze Erde, so weit der Mond alsdann überhaupt gesehen wird.

§. 24.

Der Mond wird außer von der Sonne auch noch von der Erde erleuchtet, welche einen Theil des Lichts, was sie selbst von der Sonne erhält, auf ihn reflektirt. Dieses Erdenlicht im Monde ist sogar von der Erde aus als doppelt reflektirtes Licht noch sichtbar, besonders wenn der Mond seine sichelförmige Gestalt 3—4 Tage vor und nach dem Neumonde zeigt. In kräftigen

Fernröhren kann man dieses Erdenlicht den größten Theil des Mondlaufs hindurch verfolgen und vom dunkeln Himmelsgrunde unterscheiden.

Die Erleuchtung der Erde durch den Vollmond ist 300000mal schwächer als die, welche sie von der Sonne empfängt, daher man bei Tage, selbst wenn der Mond über dem Horizont steht, ihn nur als bleiche Scheibe ohne Glanz wahrnimmt.

§ 25.

Die Himmelskörper, namentlich Sonne und Mond, dienen uns zur Zeitmessung und Zeiteintheilung, da nichts in der Natur so gleichförmig und nach so unabänderlichen Regeln vor sich geht, als die Bewegungen im Himmelsraume. Die Zeit vom Sonnenaufgang bis zum Sonnenuntergang heißt der bürgerliche Tag; die von einem Mittag zum andern der astronomische. Ersterer ist nach Zeit und Ort sehr ungleich; auch der letztere würde nicht ganz gleichförmig seyn, wenn man jedesmal vom wirklichen Meridiandurchgange der Sonne an zählen wollte. Man nimmt aber die Zeit, welche durchschnittlich zwischen zwei Kulminationen verfließt, als normale mittlere Länge eines Sonnentages an, und so fällt der Anfang des astronomischen Tages nicht genau mit der Kulmination der Sonne zusammen. Jener heißt der mittlere, dieser der wahre Mittag, und so unterscheiden sich mittlere (gleichförmige) und wahre (ungleichförmige) Sonnenzeit. Der Unterschied zwischen beiden, der auf 16½ Minuten steigen kann, heißt die Zeitgleichung; sie ist nahezu für alle Jahre gleich und soll hier für das Jahr 1842 angegeben werden.

Mittlere Zeit des wahren (Berliner) Mittags. 1842.

Jan.	1.	0^h	3′	50″,00			Juli	1.	0^h	3′	21″,59	
	11.	0	8	13	71			11.	0	5	3	37
	21.	0	11	38	69			21.	0	6	1	18
Febr.	1.	0	13	55	13		Aug.	1.	0	6	0	40
	11.	0	14	34	66			11.	0	4	58	13
	21.	0	13	57	24			21.	0	2	58	83
März	1.	0	12	39	50		Sept.	1.	23	59	55	10
	11.	0	10	18	40			11.	23	56	37	14
	21.	0	7	25	60			21.	23	53	6	42
April	1.	0	4	1	85		Oktbr.	1.	23	49	44	20
	11.	0	1	7	77			11.	23	46	51	20
	21.	23	58	41	76			21.	23	44	45	26
Mai	1.	23	56	58	05		Nov.	1.	23	43	43	39
	11.	23	56	8	65			11.	23	44	10	42
	21.	23	56	15	91			21.	23	46	0	40
Juni	1.	23	57	24	23		Dez.	1.	23	49	10	71
	11.	23	59	10	38			11.	23	53	25	12
	21.	0	1	16	99			21.	23	58	16	03

Beide Zeiten stimmen mit einander überein. April 15. 8 Ab. Jun. 15. 12 Mittg. Septbr. 1. 5 Morg. Dec. 24. 11 Ab. Die Mittage, wo sie am weitesten von einander abweichen, sind:

1842.	Febr.	11.	12^h	14′	34″	66	M. Zeit.
"	Mai	15.	23	56	4	95	" "
"	Juli	26.	0	6	9	49	" "
"	Nov.	3.	23	43	42	23	" "

Wenn man Fehler, die nicht über ½ Zeitminute gehen, als unbedeutend ansieht, so kann man diese Tabelle für alle Jahre des gregorianischen Kalenders gebrauchen. Sie dient unter andern, die Angaben einer Sonnenuhr mit denen einer Taschen- oder Pendeluhr zu vergleichen.

§. 26.

Ein Sterntag ist die Zeit, welche zwischen zwei obern Kulminationen eines Fixsterns verfließt. Die 24 Stunden eines Sterntags sind = $23^h\ 56'\ 3''$, 925 Sonnenzeit, und die 24 Stunden eines Sonnentags = $24^h\ 3'\ 56''$, 556 Sternzeit. Da nämlich die Sonne im Laufe eines Tages von W nach O um etwa einen Grad fortrückt, so muß sie, um in der täglichen Bewegung wieder in den Meridian zu kommen, diesen Grad noch über 360^0 zurücklegen. Die Sternzeit gebraucht der Astronome, um darnach unmittelbar die Kulminationszeit der Sterne bestimmen zu können.

Ein Sonnenjahr ist die Zeit, innerhalb welcher die Sonne (Erde) wieder zu dem gleichen Punkte der Ekliptik gelangt. Bestimmt man diesen Punkt durch die vom Aequinoctio aus gezählte Länge, so beträgt ein Jahr 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 47 Sekunden. Wird dagegen ein unveränderlicher Fixstern als Normalpunkt angesehen, so ist das Jahr 365 Tage 6 Stunden 9 Minuten 12 Sekunden lang. Der Unterschied liegt darin, daß die Aequinoctien, in Beziehung auf die Fixsterne eine Bewegung rückwärts haben, die jährlich 50″, 233 beträgt. Jene Zeit nennt man das tropische, diese das siderische Sonnenjahr. Nach jenem richten sich die Jahreszeiten der Erde. Um jedes Jahr mit einem vollen Tage anzufangen, gibt man dem gewöhnlichen Jahre 365 Tage, den Schaltjahren, die jedes vierte Jahr eintreten, 366 Tage. Dieß ist der julianische Kalender, der ein tropisches Jahr von $365\frac{1}{4}$ Tagen voraussetzt und in 129 Jahren um einen Tag fehlt. Die Fehler zu vermeiden, hat man die Einrichtung getroffen, nach Verlauf von 100 Jahren einen Schalttag wegzulassen, und nur jedes vierte Jahrhundert

davon eine Ausnahme zu machen, so daß unter 400 Jahren 303 gemeine und 97 Schaltjahre sich befinden. Dieß ist der gregorianische Kalender, der ein Jahr von 365 Tagen 5 Stunden 49 Minuten 12 Sekunden voraussetzt, mithin jährlich nur 25 Sekunden, und in 3450 Jahren um einen Tag fehlt. Da die Länge des tropischen Jahres wegen des ungleichen Vorrückens der Nachtgleichen nicht ganz dieselbe bleibt, so wird es keine Einschaltung dahin bringen können, dem wirklichen Sonnenjahre ganz zu entsprechen. Ein Mondenjahr ist die Zeit, innerhalb welcher der Mond 12 synodische Umläufe um die Erde macht. Diese betragen 354 Tage 8 Stunden 48 Minuten 34 Sekunden Sonnenzeit, mithin 10 Tage 21 Stunden 0 Minuten 13 Sekunden weniger, als im tropischen Sonnenjahr. Um folglich die einzelnen Monate auf dieselbe fallen zu lassen, ist man zu Einschaltungen genöthigt. Gewöhnlich werden innerhalb 19 Jahren 7 Monate eingeschaltet, wodurch der Fehler um etwa 2 Stunden in 19 Jahren vermindert würde.

In fast allen christlichen Ländern bedient man sich des gregorianischen, in Rußland und bei den orientalischen Christen noch des julianischen. Die Juden rechnen, wie die alten Griechen nach Mondjahren mit Schaltmonaten; Die Türken haben einfache Mondjahre ohne alle Einschaltung, so daß ihre Jahresrechnung keine Beziehung zu den physischen Jahreszeiten haben kann.

Darstellungen der Erde.

§. 27.

Die Erde ist keine abwinkelbare Fläche, und folglich ist eine genaue Darstellung derselben auf einer Ebene nicht möglich, wie dieß bei einem Cylinder oder Kegel der Fall

seyn würde. Ihr vollkommenstes Bild in mathematischer Beziehung würde im Relief-Globus seyn, der die Berge als Erhabenheiten in demselben verjüngten Maßstabe, wie die horizontalen Dimensionen darstellte. Da aber auf diese Weise selbst bei einem ziemlich bedeutenden Durchmesser des Globus selbst die größeren Gebirge noch sehr unscheinbar blieben, und die kleineren fast gar nicht mehr emporgehoben werden konnten*), so hat man diese Darstellungsweise nur selten in Ausführung gebracht, und die gewöhnlichen Relief-Globen wählen für die Höhen einen andern Maßstab, als für die horizontalen Dimensionen oft einen 10 bis 20fach größeren, wodurch aber die richtige Ansicht des Ganzen verloren geht. — Wir werden uns im Folgenden nur mit der Darstellung in horizontalen Abmessungen beschäftigen.

Auf einer Kugel ist es möglich, die Grade der Länge und Breite in ihrem richtigen Verhältniß aufzutragen und ein ganz getreues Bild der Länder zu geben; auf einer Fläche kann man eigentlich nicht die Erdoberfläche selbst, sondern nur eine Projektion derselben darstellen. Man denkt sich an irgend einen Punkt der Erdfläche eine tangirende Ebene und das Auge des Beschauers in irgend einem Punkte außerhalb oder innerhalb der Kugel, zieht sodann Linien vom Auge zu dem darzustellenden Punkte der Oberfläche und verlängert sie bis zu jener Ebene, so erhält man auf ihr die Projektionen der darzustellenden Punkte.

* Bei einem Durchmesser von 2 Fuß erscheint eine Höhe von einer halben geographischen Meile nur 1/6 Linie hoch, 1000 Fuß würden nur 1/70 Linie emporragen und selbst in der feinsten Bearbeitung nicht mehr wahrnehmbar seyn.

§. 28.

Es sind hauptsächlich 3 Projektionsarten gebräuchlich: die orthographische, stereographische und Centralprojektion, und in jeder derselben kann die Projektionsebene einen beliebigen Punkt der Erdoberfläche tangiren; in allen Projektionen aber wird die den Berührungspunkt treffende Gesichtslinie normal auf diese Ebene angenommen. Am gewöhnlichsten wählt man einen Pol oder einen Punkt des Aequators als Berührungspunkt, und unterscheidet hiernach polare und äquatoreale Projektionen.

§. 29.

Die orthographische Polarprojektion setzt das Auge in einen unendlich entfernten Punkt der verlängerten Erdaxe, so daß alle Gesichtslinien normal auf die Ebene fallen. Es erscheinen also alle außerhalb des Poles gelegenen Gegenden verkürzt, so daß z. B. ein Kreis unter der Breite b zur Ellipse wird, deren Axen sich wie 1: sin. b verhalten. Die große (unverkürzte) Axe fällt mit dem Parallelkreise von b zusammen.

Die Coordinaten x und y der einzelnen Punkte sind in dieser Projektion:

$$x = r \cos. l \cos. b$$
$$y = r \sin. l \cos. b$$

wo r den Erdhalbmesser der Karte, l und b die geographische Länge und Breite bezeichnen.

Eliminirt man nach einander zuerst l, dann b, so erhält man:

$$x^2 + y^2 = r^2 \cos. b^2 \text{ und } \frac{y}{x} = \text{tang. } l.$$

folglich sind die Parallelkreise in dieser Projektion Kreise,

deren Halbmesser = r cos. b ist; die Meridiane aber sind grade Linien, welche die Parallelen rechtwinklig schneiden.

§. 30.

Die orthographische Aequatorealprojektion setzt das Auge in einen verlängerten Durchmesser des Aequators in unendliche Entfernung und legt die tangirende Ebene durch den Endpunkt dieses Durchmessers. — Da uns der Mond sehr nahe in dieser Projektion erscheint und uns immer fast dieselbe Seite zuwendet, so hat man diese Projektion gewöhnlich bei Mondkarten angewandt. Die Coordinaten sind:

$$x = r \sin. b.$$
$$y = r \cos. b \cos. l$$

die Elimination ergibt:

$$x = r \sin. b$$
$$y^2 + x^2 \cos. b^2 = r^2 \cos. l^2$$

woraus folgt, daß die Parallelen grade Linien, die Meridiane hingegen Ellipsen sind, deren große Achse = r und die kleine r cos. l ist.

§. 31.

Die stereographische Projektion setzt das Auge in die Antipode des Berührungspunktes der Projektionsebene, so daß die Gesichtswinkel Peripheriewinkel werden. Bei der stereographischen Polarprojektion befindet sich also das Auge im entgegengesetzten Pol der als hohl oder durchsichtig gedachten Kugel. Sie ist der vorigen in so fern entgegengesetzt, daß die vom Mittelpunkt entfernten Theile erweitert erscheinen, übrigens aber ihre Figur behalten, so daß z. B. ein Kreis überall Kreis bleibt, was freilich nur für unendlich kleine Flächentheile der Strenge nach gültig ist. Die Meridiane werden grade

Linien und die Entfernung eines Punktes vom Mittelpunkte (Pol) der Karte ist = r tang. $(45^0 - \frac{1}{2}\, b)$; so daß die Parallelen Kreise werden.

§. 32.

Die stereographische Aequatorealprojektion ist diejenige, welche für Planigloben am häufigsten angewandt wird. Das Auge befindet sich in einem Punkte des Aequators, der 180^0 in Länge vom Berührungspunkte entfernt ist. Zählt man die Länge l vom Berührungspunkte aus nach beiden Seiten, so sind die Coordinaten:

$$x = \frac{r \sin. b}{1 + \cos. b \cos l.}$$

$$y = \frac{r \cos. b \sin. l}{1 + \cos. b \cos. l}$$

hieraus erhält man durch Elimination:

$$x^2 + y^2 = 2\, x \frac{r}{\sin. b} - r^2$$

$$x^2 + y^2 = r^2 - 2y\, r \operatorname{tg} l$$

woraus folgt, daß sowohl die Parallelen als die Meridiane in dieser Projektion als Kreise erscheinen, jedoch nicht als concentrische, wie die Parallelen in der Polarprojektion.

Da die stereographische Aequatorealprojektion nicht für Planigloben allein, sondern auch für Darstellungen einzelner Erdtheile, besonders in mittleren Breiten, im Allgemeinen vor den anderen den Vorzug verdient, die Berechnung der Coordination aber etwas weitläufig ist, so füge ich hier eine Tafel derselben bei, welche von 5^0 zu 5^0 der Länge und Breite die Größen x und y angibt, und aus welcher man leicht durch Interpolation die Zwischenwerthe erhalten kann. Der Erdhalbmesser der Karte ist dabei 100000 gesetzt worden.

Tafel für $x = \frac{r \sin. b}{1 + \cos. l \cos. b}$; $r = 100000$ gesetzt.

Länge.	Breite.																		
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
0	0	4366	8749	13165	17633	22169	26795	31529	36398	41421	46630	52057	57735	63707	70021	76733	83909	91632	100000
5	0	4374	8765	13190	17665	22210	26842	31584	36458	41487	46700	52130	57809	63779	70090	76793	83957	91660	100000
10	0	4398	8815	13264	17763	22331	26985	31747	36639	41683	46909	52346	58028	63997	70294	76972	84099	91744	100000
15	0	4442	8899	13390	17929	22535	27226	31974	36944	42015	47261	52711	58398	64359	70635	77273	84335	91884	100000
20	0	4502	9019	13568	18163	22824	27566	32410	37375	42482	47757	53227	58920	64869	71115	77696	84664	92077	100000
25	0	4580	9178	13801	18471	23197	28013	32918	37941	43093	48405	53897	59596	65531	71735	78240	85088	92325	100000
30	0	4679	9372	14093	18856	23678	28571	33553	38643	43855	49211	54730	60434	66348	72497	78906	85607	92628	100000
35	0	4799	9617	14449	19326	24256	29249	34325	39395	44776	50182	55784	61439	67325	73404	79696	86218	92983	100000
40	0	4943	9898	14875	19887	24914	30059	35244	40509	45866	51329	56914	62618	68467	74461	80610	86918	93386	100000
45	0	5114	10236	15379	20548	25756	31011	36321	41695	47140	52666	58282	63982	69780	75671	81649	87710	93836	100000
50	0	5313	10634	15968	21323	26705	32120	37574	43071	48614	54208	59850	65539	71271	77034	82813	88593	94334	100000
55	0	5546	11095	16655	22224	27807	33406	39025	44659	50310	55970	61637	67300	72948	78555	84107	89562	94875	100000
60	0	5818	11635	17453	23269	29083	34892	40691	46477	52241	57972	63658	69282	74820	80244	85524	90613	95457	100000
65	0	6133	12262	18380	24480	30558	36603	42607	48559	54441	60239	65932	71494	76897	82103	87068	91747	96077	100000
70	0	6501	12990	19455	25883	32262	38574	44805	50934	56940	62797	68480	73955	79186	84128	88736	92959	96734	100000
75	0	6929	13838	20706	27511	34233	40845	47325	53644	59771	65677	71327	76680	81696	86328	90527	94245	97421	100000
80	0	7430	14829	22165	29404	36514	43464	50215	56732	62977	68913	74497	79684	84435	88701	92438	95598	98134	100000
85	0	8019	15992	23873	31613	39168	46491	53534	60257	66605	72540	78017	82985	87410	91249	94460	97013	98867	100000
90	0	8716	17365	25882	34202	42262	50000	57358	64279	70717	76604	81915	86603	90631	93969	96593	98481	99619	100000

Tafel für $y = \frac{r \sin. l \cos. b}{1 + \cos. l \cos. b}$; $r = 100000$ gesetzt.

Länge.	Breite.																		
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	4366	4358	4333	4290	4230	4151	4052	3931	3787	3616	3415	3181	2909	2592	2223	1793	1290	699	0
10	8749	8732	8681	8596	8475	8316	8116	7873	7585	7240	6835	6364	5818	5182	4443	3581	2575	1394	0
15	13165	13140	13063	12933	12749	12508	12205	11836	11395	10874	10264	9553	8727	7767	6654	5259	3849	2081	0
20	17633	17598	17493	17318	17069	16741	16331	15831	15234	14530	13706	12747	11635	10346	8853	7117	5106	2749	0
25	22169	22124	21992	21767	21448	21029	20505	19868	19108	18212	17166	15950	14542	12914	11034	8860	6341	3414	0
30	26795	26740	26575	26298	25905	25389	24744	23960	23026	21928	20647	19161	17446	15469	13193	10572	7547	4052	0
35	31529	31482	31265	30931	30456	29835	29059	28117	26997	25682	24152	22383	20346	18006	15327	12251	8719	4666	0
40	36398	36319	36082	35685	35121	34385	33466	32352	31031	29482	27685	25614	23239	20522	17420	13884	9851	5252	0
45	41421	41329	41050	40583	39921	39056	37980	36678	35135	33333	31249	28855	26120	23008	19475	15470	10936	5805	0
50	46630	46522	46197	45650	44878	43870	42618	41108	39320	37240	34843	32102	28986	25458	21478	16999	11970	6329	0
55	52057	51930	51550	50914	50017	48847	47397	45652	43598	41209	38470	35353	31829	27864	23422	18456	12938	6803	0
60	57735	57589	57147	56408	55367	54013	52337	50327	47968	45242	42128	38602	34641	30215	25294	19846	13837	7232	0
65	63707	63536	63025	62166	60958	59392	57459	55149	52448	49341	45812	41841	37410	32498	27083	21145	14662	7618	0
70	70021	69823	69226	68228	66827	65014	62784	60130	57040	53507	49517	45060	40124	34698	28773	22343	15403	7953	0
75	76733	76501	75804	74641	73012	70910	68335	65284	61751	57735	53233	48248	42771	36808	30349	23431	16052	8234	0
80	83909	83637	82821	81461	79559	77117	74138	70624	66582	62020	56947	51388	45323	38801	31792	24393	16600	8455	0
85	91632	91314	90350	88752	86525	83676	80218	76164	71537	66351	60637	54420	47729	40604	33086	25212	17041	8617	0
90	100000	99619	98481	96593	93969	90631	86603	81915	76604	70717	64279	57358	50000	42262	34202	25882	17365	8716	0

§. 33.

Die Centralprojektion setzt das Auge in den Mittelpunkt der Kugel, wobei die Projektionsebene jeden beliebigen Punkt der Erdfläche tangiren kann. Man wendet sie gewöhnlich nur zur Darstellung kleinerer Flächenstriche an, da eine Halbkugel der Erde auf diese Weise gar nicht mehr verzeichnet werden kann und bei größern Strecken sich eine zu unverhältnißmäßige Erweiterung der vom Mittelpunkt entferntern Theile ergeben würde. Sey allgemein der Berührungspunkt l und b und man will einen andern Punkt l′ und b′ darstellen, so setze man

$$\cos.\ \varphi' = \sin.\ b\ \sin.\ b' + \cos.\ b\ \cos.\ b'\ \cos\ (l' - l)$$

$$\sin.\ \mu = \frac{\cos.\ b\ \sin.\ l' - l}{\sin.\ \varphi'}$$

und man hat für die Coordinaten des Punktes b l′

$$x = r\ \text{tang.}\ \varphi'\ \cos.\ \mu$$

$$y = r\ \text{tang.}\ \varphi'\ \sin.\ \mu$$

§. 34.

Man kann noch viele andere Projektionsarten aufstellen, die jedoch vor den hier erwähnten keine besondere Vortheile gewähren; und wir wollen daher hier nur noch der Merkator'schen Projektion gedenken, welche für Seekarten gebräuchlich ist. Bei allen bisherigen Darstellungsarten convergiren die Meridiane, sie mögen nun als grade Linien oder als Kreise erscheinen, vom Aequator nach den Polen zu. Dieser Umstand bewirkt, daß die Richtungslinien, durch welche der Cours des Schiffes bestimmt wird, entweder gar nicht oder nur in besondern Ausnahmefällen grade Linien bilden, sondern im Allgemeinen sich mehr oder weniger mit einer gegen die Pole gerichteten Konkavität

krümmen oder Schneckenlinien verschiedener Art darstellen, die nicht ohne sehr künstliche Konstruktionen oder verwickelte Rechnungen entworfen werden können. In der Merkator'schen Projektion erscheinen nun diese Richtungen (loxodromische Linien) sämmtlich als grade, was dadurch erreicht ist, daß die Meridiane durch parallele Linien dargestellt sind. Um nun aber den einzelnen Flächentheilen ihre richtige Form zu geben, müssen die Breitengrade in demselben Verhältnisse wachsen, wie die Längengrade hätten abnehmen sollen; die Länder erscheinen also nach den Polen zu um gleichviel nach allen Dimensionen vergrößert, im Verhältnisse von 1: sec. b. Eine solche Karte kann den Pol nicht erreichen, da sec. b für $b = 90^0$ unendlich groß ist.

§. 35.

Die Merkator'sche Projektion kann indeß noch viel weniger als die vorhin erwähnten dienen, die wirkliche Entfernung zweier Punkte auf der Kugel zu finden, außer etwa für sehr geringe Entfernungen. Diese muß entweder auf einen Globus gemessen oder nach der obigen Formel $\cos. \varphi' = \sin. b \sin. b' + \cos. b \cos. b' \cos. (A' - A)$ wo φ' in Graden des größten Kreises erhalten wird, berechnet werden.

Die Länge der loxodromischen Linie ist etwas verschieden von dem kürzesten Wege zwischen zweien Punkten, und fällt nur dann mit ihm zusammen, wenn ihre Richtung der Meridian ist. Sonst erhielt man sie durch

$$s = r\,(b' - b) \sec. e$$

wo e den Winkel der loxodromischen Linie mit dem Meridian bezeichnet. Bei sehr großen Polhöhen, wenn zugleich e nahe 90^0 ist, kann man sich der Formel

$$s = r \cos. b\,(l' - l)$$

bedienen. Unter r wird hier die Größe eines Grades des Aequators verstanden.

Die Richtung e der loxodromischen Linie selbst kann auch durch Rechnung gefunden werden. Seyen die Orte der Abfahrt und Ankunft l b und l' b', so hat man:

$$\text{tg. } e = \frac{l' - l}{\text{lognat tg. } (45^\circ + \frac{1}{2} b') - \text{lognat tg. } (45^\circ + \frac{1}{2} b)}.$$

wobei (l' — l) in Theilen des Halbmessers.

Sey m der Modul der briggischen Logarithmen und (l' — l) in Sekunden ausgedrückt, so hat man

$$\text{log. tg. } e = \text{log. } (l' - l) + \text{log. } m - \text{log. } 206265 - \text{log. } \triangle$$

wo $\triangle$ den obigen Nenner, mit briggischen Logarithmen berechnet, vorstellt. Die beiden Konstanten vereinigt erhält man

$$\text{log. tg. } e = \text{log. } (l' - l) + 432336 - (10 + \text{log. } \triangle)$$

§ 36.

In allen bisherigen Formeln ist die Erde als eine Kugel betrachtet worden, und dieß reicht, wie wir späterhin sehen werden, für die Darstellung im Allgemeinen aus. Uebrigens könnte man leicht auf den veränderlichen Werth eines Breitengrades bei Projektion einer Karte Rücksicht nehmen. Im folgenden Abschnitt werden wir von den Untersuchungen handeln, welche die genauere Gestalt und Größe der Erde betreffen, wobei wir die §. 13 erwähnten auf bloße Spekulation begründeten Meinungen nicht weiter berücksichtigen, sondern von der Vorstellung einer Kugelgestalt der Erde ausgehen wollen.

§. 37.

Der erste Versuch einer Messung, von welchem wir Kunde haben, ist die des Eratosthenes. Er setzte

Alexandrien und Syene unter einen und denselben Meridian, und nahm die Entfernung beider Städte zu 5000 Stadien an. Man hatte bemerkt, daß am längsten Tage die Sonne den Grund eines tiefen senkrecht herabgehenden Brunnens zu Syene bescheine, mithin im Zenith stehe. Aus einer Beobachtung des Schattens zu Alexandrien fand er ferner, daß an demselben Tage die Sonne um $1/_{50}$ des Kreisumfangs vom Zenith entfernt stehe. Hieraus schloß er, daß der ganze Umfang der Erdkugel 50 + 5000 = 250000 Stadien sey. Die Annahme, daß beide Orte unter gleichem Meridian liegen, ist nicht richtig, sie sind 3° in Länge von einander entfernt, und man hat nach der Formel §. 33 für die Entfernung beider Orte die Breitendifferenz als richtig angenommen, 7° 41′, was 234300 Stadien für den Umfang der Erde, und ein Stadium zu 95 Toisen angenommen, 60830 Toisen für einen Grad ergibt. Eine Berücksichtigung der Refraktion und des Halbschattens würde das Resultat noch etwas ändern, es hat aber kein Interesse, die Rechnung mit scharfen Daten durchzuführen, da namentlich der geodätische Theil dieser Bestimmung äußerst beiläufig und wohl nur auf Schätzungen von Reisenden gegründet ist.

§. 38.

Noch unvollkommener war 2507 Jahr später der Versuch des Posidonius, der aus der verschiedenen Höhe des Sternes Canopus (α Argo) die Breitendifferenz zu Alexandrien und Rhodus zu $7^1/_2$° setzte, sie ebenfalls unter gleichem Meridian liegend annahm, und aus der Zeit, welche ein zwischen beiden Orten segelndes Schiff bedurfte, die Distanz zu 5000 Stadien ableitete. Hier ist es wirklich nur der zufälligen Kompensation mehrerer sehr großen Fehler zuzuschreiben, daß zuletzt nur ein verhältnißmäßig

kleiner Fehler von 3—4000 Toisen für den Grad übrig bleibt.

Wenn aber gleich die Alten genauer gemessen, d. h. wenn ihnen die Mittel der Neuern zu Gebot gestanden hätten, so würde doch die bestehende Ungewißheit über die wahre Länge des Stadiums, das überdieß eben so vieldeutig war, als unsere heutige Meile, jede genauere Vergleichung unsererseits unmöglich machen.

§. 39.

Während des mehr als tausendjährigen beklagenswerthen Verfalls der Wissenschaften in Europa geschahen nur Rückschritte, denn aufs neue wurde die Erde flach. Arabiens Kalifen, zu denen die Wissenschaft sich flüchtete, sind es in dieser Zeit allein, denen ein Verdienst zugeschrieben werden kann. Al Mamum ließ in der Ebene von Sennaar eine wirkliche Messung eines Meridiangrades vornehmen, die erste von der wir Kunde haben. Seine Mathematiker theilte er in zwei Parteien, die eine maß von einem Punkte aus 1 Grad nördlich, die andere von demselben aus 1 Grad südlich. Die erstere fand 56, die zweite 56 $^2/_3$ arabische Meilen, und als sie die Messung wiederholten, fand jede Partei wieder ihr früheres Resultat. Die arabische Meile hat 4000 Ellen à 24 Zoll à 6 Gerstenkörner, und in dieser letztern Angabe liegt die Schwierigkeit der Vergleichung. Snellius findet ein Mittel 1 rheinl. Fuß = 89 Gerstenkörner; hiernach hätte die arabische Meile 6472 Fuß rheinl., und hieraus ergibt sich weiter:

56 arab. Meilen = 58363 Toisen.
$56^2/_3$ „ „ = 59057 „

beides etwas zu groß, doch aber viel näher kommend, als die alten Bestimmungen, wie es auch von einer wirklichen Messung zu erwarten war.

§. 40.

Im sechszehnten Jahrhundert finden wir zuerst wieder einen Versuch. Fernel bestimmte zuerst die Polhöhe von Paris, suchte dann auf dem Wege nach Amiens, der nördlich läuft, einen Punkt, welcher 1 Grad nördlicher lag, zählte hierauf die Radumläufe eines Wagens, der bis zum besagten Punkte fuhr, und fand hieraus die Länge eines Meridiangrades 57070 Toisen.

Snellius führte 1615 die erste, mit einer astronomischen Bestimmung verbundene Triangulation zu diesem Zwecke aus. Er maß durch Dreiecke einen Bogen von 1° 11′ 30″ zwischen Alkmaar und Bergenopzoom und fand 55072 Toisen. Später kamen ihm selbst Zweifel über die Richtigkeit des Resultats, er wiederholte die Operation 1622, führte aber die Rechnung (die damals in Ermangelung von Logarithmen ungeheuer weitläufig war) nicht selbst mehr durch. Dieß führte Muschenbröck aus, der zu desto größerer Sicherheit die Dreiecke von neuem maß. Es ergaben sich 57033 Toisen. Norwood maß zwischen 1633 und 1635 einen Bogen zwischen London und York, nach Fernel's und Snellius Methode. Die Polhöhen bestimmte er durch einen großen Sextanten. Das Resultat war 57300 Toisen. Aus allen diesen Versuchen ergab sich nur, daß die Größe eines Breitengrades im mittleren Europa nicht viel von 57000 Toisen verschieden seyn könne, und mehr konnte damals bei aller Sorgfalt nicht erhalten werden.

§. 41.

Auf Verordnung Ludwigs XIV. stellte Pierre Picard eine Messung zwischen Malvoisine und Amiens an, welche für einen Meridiangrad 57060 Toisen ergab. Hier halten sich mehrere Fehler sehr glücklich compensirt: die falsche Toise ($\frac{999}{1000}$ der wahren) die vernachlässigte Aberration und Nutation, die Picard noch nicht kannte, und die Fehler in den Dreiecken.

Lahire setzte die Messung nördlich bis Dünkirchen, südlich nach Perpignan zu fort. Die im Jahre 1718 bekannt gemachten Resultate sind folgende:

Grad zwischen	Paris und Bourges	57098 Toisen.
„ „	Paris und Amiens	57060 „
„ „	Paris und Dünkirchen	56970 „

Hieraus folgt (wenn man nämlich die kleinen Unterschiede als hinreichend verbürgt betrachten wollte), daß die Größe eines Grades nach den Polen zu abnähme, oder mit andern Worten, daß die Erde in der Nähe der Pole stärker gekrümmt sey, als in der Nähe des Aequators. Die Erde war hiernach ein Elliptoid, entstanden aus der Umdrehung einer Ellipse um ihre große Axe, und diese große Axe war die der Rotation.

§. 42.

Dieses Resultat war im geradesten Widerspruch gegen die Theorie Newtons, der ohne Messung, aus den Gesetzen des Gleichgewichts einer rotirenden Kugel, welche anfangs flüssig gewesen, gefunden hatte, die Erde sey ein Sphäroid, entstanden aus der Umdrehung einer Ellipse um ihre kleine Axe, die folglich Rotationsaxe sey, und das Verhältniß der kleinen zur großen Axe sey 229 : 230, die Homogeneität (gleichförmige Dichtigkeit) der Erde

vorausgesetzt. Diese gleichförmige Dichtigkeit findet nun zwar eben so wenig statt, als die Annahme eines absolut flüssigen Zustandes richtig ist, allein es läßt sich zeigen, daß eine größtentheils mit Wasser bedeckte Oberfläche nahezu dieselben Gleichgewichts-Bedingungen habe, als eine völlig flüssige, und daß, der Dichtigkeitszustand der Erde sey, welcher er wolle, die kleine Axe nothwendig die Rotationsaxe seyn müsse. Nur würde der Ueberschuß der großen Axe über die kleine desto bedeutender seyn, je mehr die dichteren Massen die Oberfläche einnähmen, und desto unbedeutender, je mehr sie nach der Mitte zu drängten. Da nämlich die Schwerkraft unter dem Aequator durch den Rotationsschwung vermindert wird, so muß hier ein größeres Volumen dieß Gleichgewicht herstellen, daher der größere Aequator-Durchmesser. Befände sich nun z. B. die gesammte Masse nahe der Oberfläche, d. h. wäre die Erde eine Hohlkugel mit dünner Schale, so würde auch das Maximum des Rotationsschwunges für die gesammte Masse stattfinden, während bei einer gleichförmig dichten soliden Kugel die innern dem Mittelpunkt nähern Theile weniger Schwung, also auch weniger Schwerverminderung, erfahren, und das Ganze also eine geringere Kompensation durch das Volumen, als in dem erst betrachteten Falle, bedarf. Wäre drittens die ganze Masse um einen gleichsam unendlich dichten Mittelpunkt vereinigt, so fände gar kein Schwung der Massen, also auch keine Verminderung, statt, und es bedürfte der erwähnten Kompensation gar nicht. Dann wäre die Erde eine wirkliche Kugel; allein dieß wäre nun auch der äußerste (und wie man leicht einsieht, schon physisch unmögliche) Grenzfall, wonach für den entgegengesetzten, das Ellipsoid, gar keine Möglichkeit übrig bleibt.

§. 43.

Der lange Streit der Theorie und Praxis, von Newton und Huygens gegen Cassini und die französischen Geometer geführt, konnte nur geschlichtet werden durch eine Wiederholung der Messung mit besseren Hülfsmitteln und an weiter entlegenen Punkten der Erdfläche. Die Abweichung von der Kugelgestalt — dieß gaben beide Theile zu — konnte nur gering seyn; noch viel geringer aber mußten die Unterschiede ausfallen, die man bei einzelnen einander so nahe liegenden Meridianlängen, wie die in Nord- und Südfrankreich gemessenen, wahrnehmen konnte. Maß man dagegen am Aequator und am Pole, so mußte die größtmöglichste Differenz erhalten werden, und in demselben Maße mußte die Entscheidung sicherer ausfallen.

Am Aequator konnte man messen, den Polen aber nur sich möglichst nähern; man wählte Peru und Lappland, also den Aequator und den nördlichen Polarkreis, zur Ausführung der Operationen; und 1735 gingen die mit der Ausführung beauftragten Geometer nach diesen Gegenden ab. Bouguer, Condamine und Godin nach Peru, wo sie die Länge eines Grades (auf den Hochebenen von Quito, zwischen Tarqui und Cotchesqui) 56753 Toisen fanden. Maupertius, Clairault, Lemonnier und Outhier gingen nach Lappland, wo sie von Torneo nordwärts nach Gellivare einen Bogen des Aequators maßen und ihn zu 57437 Toisen bestimmten. Beide Messungen, unter sich sowohl als mit der früheren französischen Gradmessung verglichen, zeigten deutlich die Richtigkeit der Newton'schen Theorie im Allgemeinen, denn die Grade wurden nach den Polen zu größer, d. h. die Krümmung geringer, und die Erde war also an den Polen abgeplattet, ein Sphäroid.

§. 44.

Indeß waren diese Messungen und namentlich die lappländische noch immer aus mancherlei Ursachen sehr unvollkommen, und war gleich die Thatsache im Ganzen jetzt festgestellt, so war doch die Größe der Abplattung noch ziemlich ungewiß. Man erhielt nämlich aus der Vergleichung der drei Messungen:

Peru m. Frankreich: Abplattung $1/_{324}$ = 2,66 M. an jedem Pole.
Peru m. Lappland: „ $1/_{209}$ = 4,12 „ „ „ „
Frankreich m. Lappland: „ $1/_{115}$ = 7,48 „ „ „ „

Die peruanische Messung hat sich bei den in neuern Zeiten angestellten Prüfungen des Verfahrens unter allen bis dahin ausgeführten allein als hinreichend genau bewährt. Sie übertrifft in dieser Beziehung selbst manche spätere, was um so mehr zur Ehre der dabei thätigen Gelehrten gereicht, als die örtlichen Hindernisse, mit denen sie auf diesen wilden und rauhen Hochebenen zu kämpfen hatten, gar sehr in Anschlag gebracht werden müssen. Neun volle Jahre hatten sie gearbeitet, allein dafür auch ein Resultat geliefert, was für alle Zeit von bleibendem Werthe ist.

§. 45.

Von den spätern Messungen führen wir hier an: die von Lacaille, 1750, am Vorgebirge der guten Hoffnung; die italienische von Roscowich und Lemaire, 1751—53, und von Beccaria, 1768, die östreichische von Liesganig; die amerikanische, 1764, von Mason und Dixon (in Pensylvanien), wo der ganze Bogen von 1° 28′ 43″ mit der Kette gemessen wurde. Genauer und zuverlässiger sind jedoch, außer der peruanischen, die folgenden:

England (Dunnose bis Clifton 50° 37′ 8″ — 53° 37′ 23″) von Mudge.

Frankreich (Formentera bis Dünkirchen 38° 39′ 56″ — 51° 2′ 9″) von Delambre, Méchain und Arago.

Lappland (Mallörn bis Pahtawara 65° 31′ 31″ — 67° 80′ 51″) von Svanberg und Oefverbom.

Ostindien I. (Trivandeporum bis Paudree 11° 44′ 53″ — 13° 18′ 49″) von Lambton.

Ostindien II. (Punnä bis Kullianpoor 8° 9′ 38″ — 24° 7′ 11″) von Lambton.

Hannover (Göttingen bis Altona 50° 31′ 48″ — 53° 32′ 45″) von Gauß.

Preußen (Trunz bis Memel 54° 13′ 11″,46 — 55° 43′ 40″,46) von Bessel und Bayer.

Liefland (Belin 52° 2′ 41″ — Hochland 60° 5′ 10″) von Struve.

Dänemark (Lauenburg 53° 22′ 17″,05 — Lysabbel — 54° 54′ 10″,35) von Schumacher.

Der Ausführung nahe sind zwei Messungen, die eine als nördliche Fortsetzung der liefländischen und finnischen bis Lappland, zum Anschluß an die Svanberg-Ofverbomsche in Lappland, und eine südliche Fortsetzung eben derselben bis an die Grenzen des ottomanischen Reiches. Zahlreiche Vorarbeiten zu beiden sind bereits vorhanden.

§. 46.

Die Berechnung dieser Messungen haben Walbeck, Smidt und Bessel unternommen. Ersterer hat die peruanische, englische, französische, die beiden ostindischen und die lappländischen zusammengestellt und diese nach der Methode der kleinsten Quadrate so berechnet, daß die Summe der Quadrate der Unterschiede zwischen den gemessenen und

berechneten Bogenlängen ein **Kleinstes** wird. Er zog die Endpunkte jeder Messung in Rechnung und nahm nur die erste Potenz der in Reihen entwickelten Abplattung auf. **Schmidt** fügte die hannoversche Messung hinzu, machte die Quadratsumme der **Polhöhendifferenzen** zu einem Minimum und zog alle Punkte, deren Polhöhe bei diesen Messungen astronomisch bestimmt wurde, in Rechnung; auch nahm er die zweite Potenz der Abplattung mit. **Bessel** endlich zog **alle** hier aufgeführte genauere Messungen zur Berechnung hinzu.

Die Resultate sind folgende:

	Abplattung.	Mittlerer Grad des Meridians.	Halbe große Axe.	Halbe kleine Axe.	Abplattung in Toisen.
Walbeck:	$\frac{1}{302,78}$	57009^t,758	3271742^t,79	3260989^t,25	10785^t,54
Schmidt:	$\frac{1}{297,479}$	57008,655	2271852,318	3260853,703	10998,615
Bessel:	$\frac{1}{300,7047}$	57011,453	3271953,854	3261072,900	10380,954

Dem letzteren Resultate ist, schon wegen der bedeutend größeren Anzahl der Data, mehr aber noch wegen der hohen Vollendung, welche alle Arbeiten dieses großen Astronomen auszeichnet, das meiste Gewicht zuzuschreiben und es muß demnach so lange beibehalten werden, bis neu hinzugekommene Data vielleicht eine kleine Aenderung desselben veranlassen. Die beiden andern Werthe sind nur angesetzt, um den Grad der Näherung, der durch die neueren Messungen und Berechnungsmethoden allmählig erreicht worden, desto deutlicher überschauen zu können.

Die **Bessel**'schen Resultate sind vollständig folgende: Abplattung $\frac{1}{300,7047}$ zwischen den Grenzen $\frac{1}{295,9}$ und $\frac{1}{305,5}$ Meridiangrad im Mittel 57011^t,453 zwischen den Grenzen

57008,55 u. 57014,35 Erdquadrant in Metern 10000565,^{m}278

zwischen d. G. 10000056,^{m}6 und 10001074,^{m}0

Halbe große Axe: 3271953,854 und deren log. 6,5148071699

Halbe kleine Axe: 3261072,900 „ „ „ 6,5133605073

Länge eines Meridiangrades, dessen mittlere Polhöhe φ.

$$57011{,}^t453 - 284{,}^t851 \cos. 2\varphi + 0{,}^t593 \cos. 4\varphi - 0{,}^t001 \cos. 6\varphi$$

Länge eines Grades des Parallels:

$$57153{,}^t885 \cos. \varphi - 47{,}^t576 \cos. 3\varphi + 0{,}^t059 \cos. 5\varphi$$

Der Krümmungshalbmesser im Meridian, r, ist gegeben durch:

$$\frac{\omega}{r} = 0'',06314600 + 0'',00031552 \cos. 2\varphi + 0'',00000013 \cos. 4\varphi$$

Der Krümmungshalbmesser in der darauf senkrechten Richtung, r', durch

$$\frac{\omega}{r'} = 0'',06293548 + 0,00010482 \cos. 2\varphi - 0,00000004 \cos. 4\varphi$$

und macht man sin. ψ = e sin. φ (wobei log. e = 8,9110835) so hat man

$$\log. \frac{\omega}{r} = 8.8025112.\,9 + 3 \log. \cos \psi$$

$$\mathrm{tg.} \frac{\omega}{r'} = 8.7996179.\,6 + \log. \cos. \psi$$

endlich den Krümmungshalbmesser im Azimuth α, der r'' heißen mag:

$$\frac{\omega}{r''} = 0,06304704 + 0,00021017 \cos. 2\varphi + 0,00000004 \cos. 4\varphi + (0'',00010526 + 0,00010535 \cos. 2\varphi + 0,00000009 \cos. 4\varphi) \cos. 2\alpha.$$

Für die Entfernung vom Mittelpunkte ϱ und die sogenannte verbesserte Breite φ' hat man

$\log. \varrho \cos. \varphi' = \log. \cos. \varphi - \log. \cos. \psi$

$\log. \varrho \sin. \varphi' = \log. \sin. \varphi - \log. \cos. \psi - 0{,}0028933.3$ *

§. 47.

Andere Mittel, die Gestalt der Erde zu bestimmen, (die Größe kann allein aus directen Messungen hervorgehen) sind die Beobachtungen der Pendellängen und die Theorie des Mondlaufs. Es ist nämlich klar, daß bei einer rotirenden und abgeplatteten Erde die Schwere der Oberfläche aus zwei verschiedenen Ursachen veränderlich seyn müsse. Setzt man die Abplattung α, so sind die Halbmesser des Aequators und Pols im Verhältnisse $1 : 1 - \alpha$, und wenn also die Schwere zum Mittelpunkt für den Aequator mit A, für den Pol mit P bezeichnet wird:

$$A : P = (1 : \alpha)^2 : 1$$

also, wenn man Bessel's Abplattung setzt

$$A = 0{,}993360\,P$$

Allein so einfach läßt sich die wirkliche Abnahme der Schwere vom Pol nach dem Aequator zu nicht bestimmen. Der herausgebrachte Werth von A würde nämlich für einen Punkt gelten, der sich in einer, dem Halbmesser des Erdäquators gleichen Entfernung vom Mittelpunkte einer gleichförmig dichten, mit dem Polarhalbmesser der Erde beschriebenen Kugel befände. Daß die wirkliche Verminderung, soweit sie aus dieser Ursache hervorgeht, geringer seyn müße, mithin das Verhältniß von A : P sich der Einheit mehr nähere, als oben angegeben, ist übrigens leicht einzusehen, allein wir sind mit dem Gesetz, nach welchem die Dichtigkeit im Inneren der Erde zunimmt, unbekannt.

* In diesen Formeln ist $\omega = 206264'',8$; die verbesserte Breite φ aber der Winkel des Erdradius für den betreffenden Ort mit der Ebene des Aequators. —

Zu der hier erwähnten Verminderung der Schwere unter dem Aequator gesellt sich noch eine zweite, von der Schwungkraft herrührende. Aus der Rotation der Erde muß nämlich ein Bestreben der Körper entstehen, sich nach der Richtung der Tangente des Parallelkreises von der Erde zu entfernen, eine Bewegung, welche mit der Richtung der Schwerkraft einen rechten Winkel macht, ihr also (mit dem Ueberschusse der Sekante über den Radius) entgegenwirkt. Die Bewegung der Erdrotation beträgt in 24 Sternstunden 5400 geographische Meilen, in einer Sekunde Sonnenzeit 238,6 Par. Toisen. Wäre die Schwerkraft nicht vorhanden, so würden durch diese Schwungbewegung die Körper sich von der Oberfläche der Erde um:

$$\sqrt{3271953{,}8^2 + 238{,}6^2} - 3271953{,}8 = 0{,}0086997 \text{ Toisen.}$$

entfernt haben. Die Schwerkraft, da sie bei weitem stärker ist, verhindert zwar dieses Entfernen und die Körper bleiben bei der Erde: nichts desto weniger aber kann der Theil der Schwerkraft, welcher zur Annullirung dieser Tangentialbewegung verwandt werden muß, sich nicht als Schwere wirksam erweisen. Der Fall innerhalb einer Sekunde im leeren Raume beträgt um 2,5091 Toisen, mithin wird sie durch die Schwungkraft am Aequator um $\frac{0{,}0086997}{2{,}5091} = \frac{1}{288{,}4}$ ihres Betrages und verhält sich aus dieser Ursache zu der an den Polen stattfindenden wie 287,4 : 288,4.

§. 48.

Beide hier aufgeführten Ursachen wirken zusammen, die Schwerkraft vom Aequator geringer zu machen; da aber beide nicht unabhängig von einander sind, indem von der Rotationsgeschwindigkeit und der Vertheilung der

Dichtigkeit die Abplattung abhängt, so hat dieser Umstand der Theorie Mittel an die Hand gegeben, die gesammte Abnahme, unserer Unkenntniß des Dichtigkeitsverhältnisses ungeachtet, numerisch zu bestimmen. Clairaut hat folgenden Satz aufgestellt und bewiesen:

„Nimmt man die Schwere unter dem Aequator als Einheit an, so ist die Zunahme der Schwere vom Aequator bis zum Pole, addirt zur Abplattung, constant = 5/2 des Verhältnisses der Schwungkraft zur Schwere, das Gesetz der Dichtigkeitszunahme sey übrigens beschaffen, wie es wolle.“

Hat man also die Zunahme der Schwere vom Aequator zum Pole durch Beobachtungen bestimmt, so gibt die Auflösung der in diesem Lehrsatze ausgedrückten Gleichung die Abplattung.

In der Mechanik wird ferner folgender Satz bewiesen:

„Die halbe Länge des Sekundenpendels verhält sich zur Länge des freien Falls in der ersten Sekunde, wie das Quadrat des Kreisdurchmessers zum Quadrat der Peripherie.“

Folglich sind Pendelbeobachtungen an verschiedenen Erdorten ein Mittel, die Größe des freien Falls, d. h. die Schwere und durch diese die Abplattung zu bestimmen. Die von Schmidt in seinem ausführlichen Lehrbuche der mathematischen und physischen Geographie aufgeführten Pendelbeobachtungen ergeben:

Fallhöhe am Aequator 15′,05453 Par. Fuß.

Pendellänge am Aequator 3′,050686 Par. Fuß = a.

Pendellänge am Pol 3′,066551 P. F. $= a\left(1 + \frac{1}{192{,}29}\right)$

Abplattung am Pol $\frac{1}{288{,}20}$ $\left(\text{Grenzen } \frac{1}{285} \text{ und } \frac{1}{291}\right)$

§. 40.

Dieß Resultat weicht von dem aus direkten Gradmessungen stärker ab, als die für beide angegebenen Grenzwerthe zu gestatten scheinen, und sind demnach im Widerspruch miteinander, der seinen Grund in irgend einem Mangel der Theorie oder der gemachten Annahme haben muß. Ein solcher Mangel zeigt sich nun bei näherer Betrachtung in der That, und zwar betrifft er sowohl die Grad- als die Pendelmessungen. Die ersteren setzen voraus, daß die Richtung des Falles überall auf der Erde senkrecht zur Ebene des Horizonts sey; die letzteren, daß die spezifische Schwere der Massen an der Oberfläche überall die gleiche sey. Eine genaue Vergleichung sowohl, der Gradmessungen, als auch der Pendelbeobachtungen unter sich hat aber bereits gezeigt, daß keine dieser beiden Annahmen nach aller Strenge gültig sey. Ablenkungen des Pendels von der geometrischen Vertikale werden Einfluß auf die Polhöhe äußern; schwerere Massen, z. B. Metalle, die in bedeutender Mächtigkeit unter dem Orte lagern, wo man das Pendel beobachtet, werden den Schlag desselben beschleunigen, mithin für das Sekundenpendel eine größere Länge finden lassen, und für beide Arten dieser Anomalien sind bestimmte Thatsachen vorhanden, hinreichend, die Abweichung der Resultate beider Methoden (die übrigens nur um $\frac{1}{7200}$ des Erdradius, oder um etwa 2600 Par. Fuß, von einander abweichen) zu erklären.

§. 50.

Wir haben noch ein drittes Mittel, die Abplattung zu bestimmen, und dies ist die Theorie des Mondlaufes.

Der Mond nämlich bewirkt ein Zurückgehen des Aequinoctialpunktes jährlich um 34″ (das übrige der Präcession ist Wirkung der Sonne und der Planeten) und anderseits erleidet er eine Störung in seinem Laufe, die von der sphäroidischen Gestalt abhängt, und folglich ihrer Größe nach durch die Abplattung bestimmt wird. Die Beobachtungen des Mondes geben einen Werth für diese Störung, der eine Abplattung $= \frac{1}{302}$ voraussetzt, also mit dem Resultate der Gradmessung übereinstimmt.

§. 51.

Da nach §. 42 eine geringere Abplattung als $\frac{1}{230}$ eine Zunahme der Dichtigkeit nach Innen voraussetzt, so wird, freilich nur unter Voraussetzung einer regelmäßigen Dichtigkeitszunahme, aus dem Unterschiede der Newton'schen hypothetischen Abplattung von der durch die Beobachtungen gefundenen bestimmen, um wieviel sowohl die mittlere Dichtigkeit des gesammten Erdkörpers, als auch die größte Dichtigkeit im Centrum der Erde, die Dichtigkeit an der Oberfläche übertreffe. Es findet sich, wenn die aus Pendelbeobachtungen gefolgerte Abplattung angenommen wird, die mittlere Dichtigkeit = 1,814, die größte = 3,332.

Wird hingegen die aus den Gradmessungen gefolgerte (Bessel'sche) Abplattung der Rechnung zum Grunde gelegt, so erhält man für die mittlere Dichtigkeit = 2,120, für die größte = 4,271, wo beidemale die mittlere Dichtigkeit der Oberfläche = 1 gesetzt wird.

§. 52.

Die Dichtigkeit an der Oberfläche wird sich ergeben, wenn man diejenigen Massen, welche im Großen die Erdoberfläche konstituiren, durch wirkliche Wägungen ihrer

spezifischen Schwere nach bestimmt. Wir werden hierbei das Wasser und die Metalle, von denen das erstere beträchtlich leicht, die letzteren hingegen sehr schwer sind, als sich gegenseitig aufhebend betrachten können, da das erstere nur bis zu einer verhältnißmäßig geringen Tiefe, letztere aber durchschnittlich in zu geringer Quantität (Mächtigkeit) gefunden werden. Die hiernach zur Vergleichung übrig bleibenden Hauptmassen aber kämen einander der spezifischen Schwere nach so nahe, daß selbst der nachtheilige Umstand, daß wir über ihre verhältnißmäßige Quantität in Ungewißheit sind, das Resultat nur sehr wenig beeinträchtigen kann.

Diese Massen sind etwa folgende:

Granit	2,54	spez.	Gewicht.
Kalk	2,74	"	"
Sand	2,50	"	"
Kiesel	2,66	"	"
Thon	2,63	"	"
Glimmerschiefer .	2,93	"	"
Mittel	2,663	spez.	Gewicht.

Hierbei ist die Dichtigkeit des reinen Wassers bei + 4,0 R (wo es am dichtesten ist) als Einheit angenommen.

Es ergäbe sich also für die Dichtigkeit der Erde

$$\text{bei } \frac{1}{288,20} \dots \frac{1}{300,70}$$

die mittlere Dichtigkeit . . . . . . 4,83 . . . 5,61.

die Dichtigkeit des Centrums . . 8,88 . . 11,17.

§. 53.

Nur die erstere dieser beiden Bestimmungen, die mittlere Dichtigkeit, kann direkt durch Versuche erforscht werden und zwar auf drei verschiedene Arten:

Man beobachtet, welche Ablenkung das Pendel durch die Nähe eines großen Berges erfahre und bestimmt hierauf das Volumen und specifische Gewicht dieses Berges durch direkte Wägungen und Messungen. Da nun zwischen den Größen: Masse des Berges, Masse der Erde, Distanz des Pendels vom Schwerpunkt des Berges, Distanz des Pendels vom Schwerpunkt der Erde, beobachtete Ablenkung, ein bestimmtes Verhältniß stattfindet, und nur die zweite dieser Größen alsdann noch als unbekannte erscheint, so ergibt sich aus den übrigen, sämmtlich bekannten, die gesuchte Erdmasse, folglich, da man ihr Volumen kennt, auch die mittlere Dichtigkeit.

Da aber die mathematische Vertikale von uns nicht direkt gefunden werden kann, sondern die Beobachtungen uns stets nur die physische d. h. die zusammengesetzte Wirkung der Erde und des Berges geben werden, so muß man das Pendel auf beiden Seiten des Berges beobachten, wodurch man die Summe der beiden einander entgegengesetzten Ablenkungen erhält. Denn es sey die Amplitude zwischen beiden Beobachtungspunkten A und B im Bogen der Erdkugel ausgedrückt, m, so muß, wenn keine Ablenkung stattfindet, ein Stern, der A im Zenith, gleichzeitig in B um die Größe m vom Zenith abstehen, oder allgemein die beiden beobachteten Richtungen um m differiren.

Die Ablenkung in A bewirkt, daß die scheinbare Vertikale sich von der wahren um α in einer vom Azimuth A B abwärts gelegenen Richtung entfernt; die Ablenkung in B entsteht in einer ähnlichen β, die vom Azimuth B A abwärts liegt. Astronomische Beobachtungen werden mithin für die Amplitude beider Orte die Größe $m + \alpha + \beta$

ergeben, während terrestrische Messungen m finden lassen, und der Unterschied beider Bögen ergibt also die Summe der beiden Ablenkungen $\alpha + \beta$. Auf diese Weise haben Maskelyne und Hutton in den Jahren 1774 — 1776 Beobachtungen zu beiden Seiten des Berges Shehallion in der Grafschaft Perth unternommen. Seine Gestalt, isolirte Lage und Streichungslinie (von O nach W) waren hierzu die möglichst günstige; er besteht aus Quarz, Glimmerschiefer und altem Kalkstein. Die Summe der Ablenkungen fand Maskelyne 11″,6, mithin war die Wirkung des Berges auf das Pendel = tg 11″,6 = $\frac{1}{17781}$, die Wirkung der Erde als Einheit gesetzt; wofür man nach einer, wegen der Abnahme der Schwere anzubringenden Korrektion $\frac{1}{17804}$ erhält. Dieser Bruch hätte = $\frac{1}{9900}$ seyn müssen, wenn die Dichtigkeit des Berges und der Erde gleich gewesen wäre (nach Huttons Untersuchungen über die Gestalt und Größe des Berges), folglich war die Erde im Verhältnisse von 17804 : 9900 dichter, als der Berg. Playfair untersuchte ferner die Steinarten, aus denen der Berg besteht, und ihre relative Lage, wobei allerdings über die Struktur des Inneren annähernde Hypothesen gemacht werden mußten, und so ergab sich als wahrscheinlichstes Resultat für die mittlere Dichtigkeit der Erde: 4,713, ein Resultat, was sich um 0,4 ändert, wenn in der astronomischen Bestimmung von $\alpha + \beta$ ein Fehler von einer Bogensekunde begangen worden ist.

Hutton machte noch den Vorschlag, eine solche Untersuchung bei einer der aegyptischen Pyramiden anzustellen, die zwar beträchtlich kleiner als der Shehallion sind, aber aus einer regelmäßigen Figur und gleichförmigen Massen bestehen.

§. 54.

Die zweite Methode ist die Beobachtung des Pendels auf einem hohen Berge. Wegen der in größerem Abstande vom Erdcentro verminderten Schwere muß nämlich ein Pendel in einer gegebenen Höhe weniger Schwingungen als an der Oberfläche machen, und unter der Voraussetzung, daß die Masse des Berges = 0 sey, läßt sich also berechnen, wie viel Schwingungen in einer gegebenen Zeit auf der Höhe eines Berges gemacht werden müssen, wenn die Schwingungen am Fuße desselben beobachtet werden.

Beobachtet man nun auf der Spitze des Berges gleichfalls, so wird man, da die Anziehung des Berges hinzukommt, mehr Schwingungen als die Berechnung ergab, beobachten. Sey z. B. der Berg $\frac{1}{2000}$ des Erdradius (18160 Fuß) hoch, so wird die Schwere und folglich die Anzahl der Pendelschwingungen sich unten und oben verhalten, wie

$$2001^2 : 2000^2 = 1001 : 1000$$

wenn die Masse des Berges 0 gesetzt wird. Ein Pendel, welches Sekunden schwingt, folglich unten in einem Tage 86400 Schwingungen macht, würde also unter dieser Voraussetzung oben nur 86314 machen. Man beobachte nun das Pendel oben und finde z. B. 86322 Schwingungen, so wird 86322 – 86314 = 8 von der Anziehung des Berges herrühren, die sich also in diesem Falle zu der Erde wie 1 : 10800 verhält. Untersucht man nun eben so wie in der ersten Methode, Volumen und spezifisches Gewicht des Berges, so wird man durch ganz ähnliche Schlüsse wie in jener zu einem numerischen Ausdruck für die Dichtigkeit des Erdkörpers gelangen.

Carlini hat Messungen dieser Art auf dem Mont Cenis in den Alpen angestellt, welche, mit denen von Biot

zu Bordeaux gemachten verglichen, die Dichtigkeit der Erde im Mittel: 4,837 ergeben. Ein Fehler von einem Hunderttausendtheil in der Bestimmung der Länge des Sekundenpendels würde in dem vorstehenden Resultat eine Aenderung von 0,22 bewirken.

Beide hier aufgeführten Methoden sind also, obwohl theoretisch richtig, doch wegen des großen Einflusses kleiner Fehler und wegen der Unsicherheit, die in der Bestimmung der Gestalt, des Volumens und des spezifischen Gewichts eines Berges liegt, nur geeignet, ein annähernd richtiges Resultat herbeizuführen. Sie zeigen, daß die Abplattungstheorie im Ganzen zu richtigen Schlüssen geführt hat; sie sind aber nicht hinreichend, eine Entscheidung zwischen der aus Pendelbeobachtungen und der aus Gradmessungen gefolgerten Abplattung herbeizuführen.

§. 55.

Der erste dieser Mängel wird sich bei keiner Methode, die von sehr kleinen Quantitäten auf sehr große zu schließen genöthigt ist, vermeiden lassen, und nur die Verfeinerung der Beobachtungen, so wie die Vermeidung aller dieselben störenden und dem Calcul sich entziehenden Einflüsse kann die Grenzen der Ungenauigkeit verengern: den letztern aber vermeidet eine dritte Methode, die Drehwage, welche Cavendish zuerst in Anwendung gebracht hat.

Ein Stab von sehr dünnem Holze trage an beiden Enden zwei Bleikugeln A und B von gleicher Größe und Masse, und sey in seinem Mittelpunkte C horizontal an einem Drathe aufgehängt, so wird es eine Lage geben, in welcher diese Drehwage sich in Ruhe befindet, und um welche sie, wenn sie in eine andere durch irgend welche

fremde Kraft gebracht wird, hin und her schwingt. Man bringe nun zwei möglichst große Massen, z. B. Bleikugeln, E und F symmetrisch gegen A und B an, so wird die Anziehung dieser Massen Schwingungen hervorbringen, aus deren Größe und Zeitdauer, verglichen mit der Größe und Zeitdauer ähnlicher Schwingungen, welche die Erde bei einem senkrechten Pendel hervorbringt, das Verhältniß dieser Anziehungen, und folglich, da alle übrigen Größen bekannt sind, die Dichtigkeit der Erde berechnen.

Es ist klar, daß das Volumen und spezifische Gewicht, so wie der Schwerpunkt, bei diesen Bleimassen sich mit größerer Sicherheit bestimmen lassen wird, als bei Bergen, wie sie uns die Natur liefert, daß also diese Methode mit den beiden vorhin erwähnten nur die erste Unvollkommenheit theilt, rücksichtlich der zweiten aber gegen sie in bedeutendem Vortheil steht.

Cavendish stellte mit seinem Apparat vom 5. August 1797 bis zum 30. Mai 1798 eine Reihe von 17 Versuchen an, welche ihm ein Mittel für die Dichtigkeit der Erde: 5,48; ergaben. Reich in Freiberg wiederholte die Versuche in einem tiefen Keller, um störende Einflüsse des Luftzuges zu vermeiden (auch Cavendish hätte zu ähnlichem Zwecke seinen Apparat mit Glas umschlossen und aus bedeutender Distanz durch ein Fernrohr beobachtet) und fand aus 19 Versuchen ein dem Cavendish'schen nahe kommendes Resultat, 5,44; also dem Resultat, welches die Gradmessungen ergeben, beträchtlich näher kommend als dem, welches auf die Beobachtungen des Pendels in verschiedenen Höhen beruht.

Nimmt man 5 $\frac{1}{2}$ als die der Wahrheit möglichst nahe kommende mittlere Dichtigkeit des Erdkörpers an, so ist das

Gewicht des ganzen Erdkörpers sehr nahe gleich 14 Quadrillionen Pfund.

§. 56.

Die Uebereinstimmung der auf so gänzlich verschiedenen Wegen, Drehwage und Gradmessungen, gefundenen Erddichtigkeit ist vollständig genügend in Bezug auf die Genauigkeit, welche jeder dieser Methoden zugeschrieben werden kann. Nach den von Bessel bestimmten Fehlergrenzen fallen nämlich die von Walbeck und Schmidt gefundenen Abplattungswerthe noch innerhalb derselben, sind also sehr wohl möglich. Es findet sich nun

Aus Walbeck's Abplattungscoefficienten die mittlere Erddichtigkeit = 5,76.

Aus Schmidt's Abplattungscoefficienten die mittlere Erddichtigkeit = 5,44.

Aus Bessel's Abplattungscoefficienten die mittlere Erddichtigkeit = 5,61:

Aus Cavendish's Versuchen mit der Drehwage = 5,48.

Aus Reich's " " " = 5,44.

Das Mittel aus diesen 5 Werthen ist also 5,53, und keine dieser Bestimmungen weicht um mehr als $1/24$ davon ab.

Es ergibt sich daraus zugleich, daß die Annahme einer von der Oberfläche nach dem Innern symmetrisch und stetig wachsenden Dichtigkeit mit der Wahrheit nahe übereinstimmen, daß folglich Höhlungen, welche im Vergleich zum Gesammtvolumen der Erde eine merkliche Größe hätten, in ihrem Innern nicht vorhanden sind und sie als eine solide Kugel angesehen werden müsse, deren innerster Kern mit der mittlern Dichtigkeit der Metalle nahe übereinstimmt.

§. 57.

Die Entfernung zweier Orte auf der Erde, wenn ihre Längen und Breiten gegeben sind, ist auf der sphäroidischen Oberfläche nicht mehr so einfach zu bestimmen, wie die §. 33 aufgeführte Formel es für die kugelförmige Erde lehrt, doch ist der Unterschied stets unerheblich. Die genauen Formeln hat Schmidt in seiner mathematischen Geographie, p. 223 bis 230, entwickelt; es sind die folgenden:

Sey α die Abplattung, l, l′ und b, b′ die Längen und Breiten der beiden Orte, so berechne man

$$\text{tg. } u = (1 - \alpha) \text{ tg. } b$$

$$\text{tg. } u' = (1 - \alpha) \text{ tg. } b'$$

$$\tfrac{1}{2} \text{ sin. } (l' - l) \left[1 + \tfrac{1}{4} \text{ sin. } (l' - l)^2\right] = E$$

$$A' = \frac{\text{sin. } (u' - u)}{\text{cos. } u' \text{ (sin. } l' - l)} + \frac{\text{sin. } u}{\text{cos. } u'} \,.\, E$$

$$\text{sin. } A' \text{ cos. } u = \text{sin. } g; \; \frac{\text{sin. } g.}{\text{cos. } u'} = \text{sin. } h$$

$$\frac{\text{cos. } g^2 \,.\, \text{cos. } u'}{\text{sin. } u \text{ sin. } u' + \text{cos. } h \text{ cos. } A' \text{ cos. } u \text{ cos. } u'} = F$$

$$\frac{\text{sin. } u + \text{cos. } u \text{ sin. } u'}{\text{cos. } u'} = n$$

$$\text{cotg. } A = \text{cos. } A' - \alpha \, F \text{ cos. } u' \text{ (cotg. } A' - n \, E)$$

$$\text{cos. } \beta = \text{sin. } A \text{ cos. } u$$

$$\text{sin. } \omega = \frac{\text{sin. } u}{\text{sin. } \beta}; \; \text{sin. } \omega = \frac{\text{sin. } u'}{\text{sin. } \beta}; \; \omega' - \omega = \Omega$$

$$\frac{s}{a} = \Omega \left(1 - \alpha + \tfrac{1}{2} \alpha \text{ sin. } \beta^2\right) - \text{sin. } \Omega \text{ cos. } (\omega + \omega') \text{ sin. } \beta^2 \frac{\alpha}{2}.$$

Hier ist $\frac{s}{a}$ das Verhältniß der kürzesten Distanz auf der Oberfläche zum Halbmesser des Aequators. Diese kürzeste Distanz ist die sogenannte geodätische Linie. Da sie stets mit dem Bogen eines größten Kreises auf der als Kugel angenommenen Erdfläche nahe zusammenfällt, so kann man

in allen Fällen, wo nicht sehr große Genauigkeit erfordert wird, die Formel §. 33 mit einigen kleinen Korrektionen anwenden, die wir im folgenden §. darstellen wollen. Wendet man die Formel für die Kugel schlechtweg an, so kann der Fehler in einzelnen Fällen bis $\frac{1}{200}$ der zu bestimmenden Distanz gehen.

§. 58.

Da es hauptsächlich darauf ankommt, Längen- und Breitengrade anzuwenden, deren Größe mit derjenigen übereinstimmt, die sich auf einer Kugel vom Umfange des Erdmeridians ergeben würden, so wollen wir hier die Mittel angeben, aus den gegebenen b, b′, l, l′ die hierzu erforderlichen Werthe zu entwickeln.

Man mache sich eine Tabelle für die sogenannten verbesserten Breiten φ' (§. 46), so wie für die Größen eines Grades des Parallelkreises λ, nach den daselbst aufgeführten Bessel'schen Formeln

$$\begin{cases} \log. \sin. \psi = \log. \sin. b - 1.0889165 \\ \log. \varrho \cos. \varphi' = \log. \cos. b - \log. \cos. \psi \\ \log. \varrho \sin. \varphi' = \log. \sin. b - \log. \sin. \psi \; 0{,}0028933 \end{cases}$$

$$\lambda = 57153{,}'885 \cos. b - 47{,}'576 \cos. 3 \varphi + 0{,}'059 \cos. 5 \varphi$$

Diese verbesserten Breiten sind die Winkel der Radienvektoren am Mittelpunkte der Erde. Sie geben, ebenso wie die Polhöhen, ungleiche Größen für die einzelnen Grade, allein diese Ungleichheit ist wenig über $1/_{3}$ derjenigen, welche sich bei den Polhöhen ergibt. Macht man nun

$$B = b - 0{,}7306\,(b - \varphi')$$

für jede der gegebenen Breiten, so werden die so erhaltenen **B** und **B′** der obigen Bedingung rücksichtlich der Breiten so nahe entsprechen, daß der Fehler nie über $\frac{1}{100000}$ des gesammten Betrages geht.

Um für (l′ — l) denjenigen Werth zu erhalten, der hier anzuwenden ist, vergleiche man die Größe eines Grades des Parallelkreises unter der Breite $\frac{b + b'}{2}$ mit der, welche auf der Kugel der Breite $\frac{B + B'}{2}$ angehören würden. Der erstern Werth ist:

$$57153{,}885 \cos \frac{b + b'}{2} - 47576 \cos. \tfrac{3}{2} (b + b') + 0{,}059$$

$$\cos. \tfrac{5}{2} (b + b') = P.$$

der zweite dagegen

$$57153{,}885 \cos. \frac{B + B'}{2} = Q.$$

macht man nun

$$\frac{P}{Q} = \mu$$

so ist μ (l′ — l) derjenige Werth, der statt (l′ — l) in die Formel §. 33 gesetzt werden muß, und diese wird also

$$\cos. \zeta = \sin. B \sin. B' - \cos. B \cos. B' \cos [\mu (l' - l)]$$

wo ζ in Graden erhalten wird, deren jeder 57011,453 enthält und auf diese Weise die gesuchte Distanz in Toisen ergibt.

Da die in §. 57 aufgeführten Formeln bei der Berechnung mehr als 100 Logarithmen und zugehörige Zahlen erfordern, die hier angegebene Berechnungsweise aber, besonders beim Gebrauch von Tabellen, sehr leicht und einfach ist, auch an Genauigkeit der erstern, wenn man nicht mehr als 6 Decimalen der Logarithmen anwenden will, praktisch wenig oder gar nicht nachsteht, so wird es meistens vorzuziehen seyn, letztere anzuwenden.

Tafeln für die Abplattung $\frac{1}{300{,}7047}$

b	Größe eines Meridiangrades unter der Breite b.			Größe eines Grades des Parallelkreises b.			Verbesserte Breiten.			Log. des Rad. vector.		
0	56727,19		8,60	57106,37		431,96	0° 0' 0",00		0",00	0.0000000		218
		4,30			255,98			4°58' 1",08			109	
5	56731,49		8,34	56890,49		430,01	4 58 1 08		3 58	9.9999891		215
		12,74			645,99			4 58 4 66			324	
10	56744,23		8,09	56244,40		425,64	9 56 5 74		7 05	9999567		203
		20,83			1071,63			4 58 11 71			527	
15	56765,06		7,46	55172,77		417,87	14 54 17 45		10 38	9999040		190
		28,29			1489,50			4 58 22 09			717	
20	56793,35		6,61	53683,27		407,12	19 52 39 54		13 27	9998323		169
		34,90			1896,62			4 58 35 36			886	
25	56828,25		5,58	51786,65		393,38	24 51 14 90		15 72	9997437		143
		40,48			2290,00			4 58 51 08			1029	
30	56868,73		4,37	49496,65		376,68	29 50 5 98		18 04	9996408		107
		44,85			2666,68			4 59 9 12			1136	
35	56913,58		3,00	46829,97		357,14	34 49 15 10		19 55	9995272		76
		47,85			3023,82			4 59 28 67			1212	
40	56961,43		1,58	43806,15		334,84	39 48 43 77		20 49	9994060		45
		49,43			3358,66			4 59 49 16			1257	
45	57010,86		0,07	40447,49		309,83	44 48 32 93		20 88	9992803		1
		49,50			3668,49			5 0 10 04			1256	
50	57060,36		1,54	36779,00		282,42	49 48 42 97		20 62	9991547		34
		47,96			3950,91			5 0 30 66			1222	
55	57108,42		2,70	32828,09		252,63	54 49 13 63		19 69	9990325		75
		45,26			4203,54			5 0 50 35			1147	
60	57153,58		4,39	28624,55		220,73	59 50 3 98		18 17	9989178		105
		40,87			4424,27			5 1 8 52			1042	
65	57194,45		5,56	24200,28		186,97	64 51 12 50		16 13	9988136		147
		35,31			4611,24			5 1 24 65			895	
70	57229,76		6,63	19589,04		151,60	69 52 37 15		13 61	9987241		167
		28,68			4762,84			5 1 38 26			728	
75	57258,44		7,54	14826,20		114,87	74 54 15 41		10 60	9986513		189
		21,14			4877,71			5 1 48 86			539	
80	57279,58		8,19	9948,49		77,16	79 56 4 27		7 17	9985974		210
		12,95			4954,87			5 1 56 0			329	
85	57292,53		8,58	4993,62		38,75	84 58 0 30		3 67	9985645		218
		4,37			4993,62			5 1 59 70			111	
90	57296,90		8,74	0,00		0,00	90 0 0 00		0 00	9985534		222

§. 59.

(Siehe: Tafel für die Abplattung ꝛc.)

Die angesetzten ersten und zweiten Differenzen können dienen, für andere Breiten die entsprechenden Werthe zu finden, wenn man nicht vorzieht, sie aus den Formeln selbst zu entwickeln. So ist z. B. für Berlin, dessen Breite = 52° 30′ 16″,36;

der Grad des Meridians 57084',63

" " " Parallelkreises 34833,34

die verbesserte Breite 52° 19′, 12″,16

der log. des Radius Vector Breite 9.9990928

Der angegebenen Größe eines Grades kann man sich auch bedienen, um beim Entwerfen von Karten die Abplattung der Erde, wenn man es nöthig findet, zu berücksichtigen.

Physische Geographie.

§. 60.

Die Oberfläche des Erdsphäroids ist nur zum geringern Theile trockenes Land; dem größern Theile nach ist sie mit Wasser bedeckt, dessen Hauptmasse als Ocean das Land umgibt und es in einige große und kleinere Massen theilt. Die größern Theile nennt man Continente, die kleinern Inseln. Man zählte drei Continente; die Zahl der Inseln läßt sich nicht bestimmen, wiewohl nur wenige noch ganz unbekannt seyn mögen. Die Continente sind folgende:

1) der östliche Continent oder die sogenannte alte Welt, Asien, Afrika, Europa;

2) der westliche Continent oder die neue Welt, Nord- und Süd-Amerika;

3) der südliche Continent, Australien (Neuholland);

Ersterer ist der größte, und sein Flächeninhalt übertrifft, wiewohl er noch nicht genau bestimmt ist, den Flächeninhalt aller übrigen Continente und Inseln zusammengenommen. Man kann ihre Größe in annähernd folgender Art bestimmen:

Oestl. Continent: Europa	155000	□ M.	(à 3807 T. d. M.)
" " Asien	800000	"	"
" " Afrika	550000	"	"
	1505000	"	"
Westlicher Continent .	750000	"	"
Südlicher Continent .	120000	"	"
Inseln	100000	"	"
	2475000	□ M.	(à 3807 T. d. M.)

wozu noch einige muthmaßliche Inseln in der Nähe der Pole kommen mögen, welche zu 25000 Quadratmeilen gerechnet, die Masse des sämmtlichen Landes der Erde auf 2½ Million Quadratmeilen bringen. Da die gesammte Oberfläche 9280000 Quadratmeilen beträgt, so würden die Oceane 6780000 Quadratmeilen einnehmen; oder wenn man die gesammte Erdoberfläche in 100 Theile theilt, so kommen 27 Theile auf das Land und 73 auf das Wasser.

Die Vertheilung des Landes und Wassers über die beiden Halbkugeln, die nördliche und südliche, ist sehr ungleich. Die breitesten Landmassen lagern in der nördlich gemäßigten Zone; jedoch auch die nördlich kalte und der

nördliche Theil der heißen enthalten große Strecken Land. Die heiße und gemäßigte Zone der südlichen Halbkugel enthält nur $1/4$ so viel Land als die gleichnamigen der Nordhalbkugel. In der südlich kalten Zone kannte man bis auf die neuesten Zeiten hin nur einige kleine von Billingshausen 1819 entdeckte Felseninseln. An verschiedenen Stellen waren zwar Seefahrer, namentlich Cook 1769 und Weddel 1823, der erstere bis zu 71 $1/3^{0}$, der letztere bis zu 74^{0} vorgedrungen, ohne auf Land zu stoßen; ja letzterer hatte sogar noch in dieser hohen Breite ein eisfreies Meer, und würde noch weiter vorgedrungen seyn, wenn die vorgerückte Jahrszeit ihn nicht hätte besorgen lassen, abgeschnitten zu werden. Erst seit 1830 datirt eine Reihe von Entdeckungen, durch welche wir jetzt eine zusammenhängende Küste kennen, die sich vom 95^{0} bis 195^{0} der Länge erstreckt, und deren mittlere südliche Breite 67^{0} ist. In Osten krümmt sie sich südlich, und hier sind Roß und Crozier 1841 bis zum 79^{0} längs dieser Küste vorgedrungen und an verschiedenen Punkten gelandet. Hohe Berge, die sie theils nahe vor sich hatten, theils in der Ferne erblickten, und unter denen sich ein mächtiger Vulkan befand, deuteten auf eine beträchtliche Ausdehnung des Landes. Allein wenn es sich auch bis an den Südpol erstrecken und diesen selbst noch mit einschließen sollte, so würde dennoch das oben angegebene Verhältniß der Landvertheilung sich nur unerheblich ändern. Nach den bis jetzt vorliegenden Daten sind mindestens zwei Drittheile der südlich kalten Zone oceanisch, und das Land beträgt also höchstens 0,013 der Erdkugel, vielleicht aber noch nicht halb so viel. Bei der Annahme 0,013 würde Land und Wasser sich zu einander wie 28 : 72 statt wie 27 : 73 verhalten.

Von den obigen 27 Theilen fallen 22 in die nördliche und nur 5 in die südliche Halbkugel; in jener verhalten sich Land und Wasser wie 11 : 14; in dieser wie 1 : 9. Noch größer wird die Ungleichheit, wenn man einen Punkt unter 40° südl. Br. und etwa 220° östl. L. von Ferro als Pol der einen Halbkugel annimmt. Diese ist dann fast ganz Wasserhalbkugel, da nur etwa 1/25 derselben aus Land besteht, während die entgegengesetzte etwa eben so viel Land als Wasser enthält.

Diese große Ungleichheiten zeigen schon, daß die Tiefe der Oceane nicht sehr beträchtlich gegen den Erddurchmesser seyn könne, da eine auf mehrere geogr. Meilen sich erstreckende durchschnittliche Tiefe derselben mit dem Gleichgewicht der Erde nicht bestehen könnte. Nur einzelne, wenig ausgedehnte Stellen desselben mögen beträchtlich tiefer seyn.

Die Inseln, deren größte Borneo, von 14000 Quadratmeilen, ist, liegen theils isolirt im Ocean, größtentheils jedoch in der Nähe der Continente, zu denen sie auch gerechnet werden. Sie bilden meistens Gruppen, deren beträchtlichste die Gruppe des indischen Archipels ist. Eine zweite große Gruppe ist die, welche zwischen Nord- und Süd-Amerika liegt und den Namen Westindien führt.

Halbinseln sind solche Theile der Continente, welche nur auf einer Seite mit der Hauptmasse einen Zusammenhang haben, dem größten Theile nach aber vom Meere umfluthet werden. Sind sie schmal und langgestreckt, so heißen sie Landzungen. Landengen sind schmale Striche, durch welche breitere Massen zusammenhängen.

Die größten Halbinseln erstrecken sich von den Continenten aus nach Süden, auch wenn sie (wie Californien,

Florida und Korea) an den West= und Ostseiten derselben liegen und die Continente selbst laufen gegen Süden schmäler aus, während sie im Norden in großer Breite lagern. Nach Norden sind Halbinseln seltener und beträchtlich kürzer. Große Busen des Meeres dringen von allen Seiten in das Land hinein und bewirken eine Gliederung der Continente, die sich auf diese Weise in ein völlig zusammenhängendes Innere und einzelne äußere Glieder theilen. Die Halbinseln sind häufig durch eine Kette von Inseln gleichsam fortgesetzt, oder auch eine größere Insel liegt ihrer Spitze gegenüber, und ist durch einen schmalen Meeresarm von der Halbinsel getrennt. So Sicilien, Ceylon, das Feuerland.

Doch sind alle diese vergleichenden Bemerkungen nur beiläufig zu nehmen, und eine feste Regel, welche die Natur bei Anordnung und Gliederung der Landmassen befolgt habe, ist nicht zu entdecken. Die Aehnlichkeiten der Form zwischen den einzelnen Landmassen sind nur gering und berechtigen uns nicht, irgend einer bestimmten Hypothese über die Bildung derselben den Vorzug vor den übrigen zu geben, so fern man nämlich blos die horizontalen Dimensionen betrachtet.

§. 61.

Das Land zeigt mit wenigen Ausnahmen überall größere und kleinere Unebenheiten, die wir einzeln als Berge, Hügel, Landrücken u. d. gl.; ihrer Gesammtheit nach aber als Gebirge und Hochebenen bezeichnen. Ihre Höhe wird stets in senkrechter Richtung genommen: sie heißt relative Höhe, wenn man den Unterschied der Erhebungen zweier Punkte des Landes angiebt, absolute dagegen, wenn sie vom Spiegel des Meeres aus gemessen

wird. Hierbei wird angenommen, daß die Oberfläche des Meeres genau mit der sphäroidischen Figur zusammenfalle, welche die Messungen für den Erdkörper ergeben, und daß diese also auch für die nicht wasserbedeckten Theile die Oberfläche des allgemeinen Gleichgewichts sey. Wiewohl dieß nun noch keineswegs durch bestimmte Beobachtungen der Strenge nach bewiesen ist, auch Andeutungen vorhanden sind, welche auf kleine lokale Abweichungen schließen lassen, so ist man dennoch, will man nicht auf Bestimmungen absoluter Höhen ganz verzichten, genöthigt, den Meeresspiegel als Normalebne für Höhenbestimmungen anzunehmen.

§. 62.

Die größten Hochebenen liegen im Inneren der Continente; kleinere auch in den sich verzweigenden halbinselartigen Theilen derselben. Das Innere von Asien enthält die ausgedehnteste Hochfläche, die aber als Ganzes nur etwa 3 — 4000 Fuß mittlere Erhebung zeigt. Einzelne Theile derselben steigen jedoch weit höher empor, am höchsten das tibetanische Plateau von 9 — 10,000 Fuß Höhe. Das südwestliche Asien enthält ein zweites kleineres Hochland, das Plateau von Iran, von 2000 — 2500 Fuß Höhe; und die Halbinseln, in welche der Süden und Osten Asiens sich spaltet, enthalten mehrere kleinere Hochländer, so das südliche Arabien und Dekan.

Afrika's größte Hochebenen befinden sich im Süden; doch ist noch nicht entschieden, ob der ganze südliche Theil bis zu 10° nördl. Br. hinauf ein geschlossenes Hochland bilde, wie es die gewöhnliche Annahme ist, oder ob es in mehrere Theile zerfalle. An einzelnen Punkten hat man die Höhe

des südafrikanischen Plateau's zu 6000 Fuß gefunden. Nordafrika enthält nur einzelne Hochländer von bedeutender Erhebung, das Plateau der Berberei, Barka, Habesch, von 4 — 6000 Fuß Höhe; denn die Sahara kann, wie die neuesten Reisen gezeigt haben, weder als ein zusammenhängendes, noch überhaupt als ein beträchtlich emporsteigendes Hochland betrachtet werden.

Amerikas Hochländer sind nicht von bedeutender Ausdehnung, aber von ansehnlicher Höhe. Das Bedeutendste ist das Hochland von Mexico 7 — 8000 Fuß hoch. Südamerika enthält in seinem westlichen Theile viele kleine Hochebenen, die aber 8 — 9000 Fuß ansteigen, wie die von Quito, Bogota u. a.; und die durch sehr tiefe Thäler von einander getrennt sind. Europa's Hochländer sind weder der vertikalen noch horizontalen Dimension nach von Erheblichkeit. Die castilische Hochebene im Innern Spaniens hat etwa 1800 Fuß; die provencalische in Südfrankreich 1200 Fuß Höhe. Im übrigen Frankreich, sowie in Deutschland, Preußen, Polen, sind entweder keine oder noch unbedeutendere als die angeführten. Die Telecza in Ungarn steigt wenig über 1000 Fuß empor, die vereinzelten Hochflächen Rußlands sind eben so unbedeutend. Auch Skandinavien, sowie der südöstliche Theil Europa's, zeigt diese Form nur in sehr beschränktem Maaße auf. —

Den australischen Continent kennen wir noch zu wenig: er scheint übrigens auch nicht aus einer einzigen, gegen das Meer abstürzenden Hochfläche zu bestehen, sondern mehrere Plateau's von verschiedener Höhe zu enthalten. Bei den Inseln versteht es sich von selbst, daß eigentliche Hochländer nur selten und dann nur in beschränkteren Dimensionen gefunden werden.

§. 63.

Dem Hochlande entgegengesetzt ist das Tiefland, welches sich seltener im Inneren der Continente ohne Berührung mit dem Meere findet, sondern in den meisten Fällen von der Küste aus sich mehr oder weniger weit gegen das Innere hin erstreckt. Die Tiefländer nehmen auf der Erde einen größeren Flächenraum ein, als die Hochländer und bieten größere Ebenen als diese dar; vollkommen meeresgleich können sie natürlich nur an wenigen Stellen seyn, wiewohl sich auch Tiefländer finden, die unter die Fläche des Meeres hinabgehen (natürlich ohne Verbindung mit diesem).

Asiens größte Tiefländer sind das sibirische, chinesische, hinterindische, die Tiefländer des Ganges, Indus und Euphrat und das caspische Tiefland, welches letztere bis zu 93 Fuß unter dem Spiegel des Oceans hinabsinkt. Gleichwohl ist dieß noch nicht der tiefste Punkt Asiens. Das Jordanthal liegt nach bestimmten Barometermessungen im Durchschnitt 5 — 600 und das todte Meer, worin dieser Binnenstrom mündet, gegen 1000 Fuß unter dem Spiegel des Meeres; nur ist freilich die horizontale Ausdehnung dieses eingesenkten Theiles zu gering, um als Tiefland im eigentlichen Sinne aufgeführt werden zu können; es ist vielmehr nur eine tiefe Kluft zwischen dem Plateau von Palästina und dem gegenüberliegenden des syrischen Wüstenrandes.

Afrika hat nur kleinere Tiefländer, unter denen Aegypten und Senegambien die bedeutendsten sind. Das Tiefland des Niger ist vielleicht größer, allein noch wenig bekannt, sowie auch das Innere noch manches Tiefland enthalten mag.

Amerika hat sehr große Tiefländer: der ganze

Norden mit Ausnahme der westlichsten Gegenden ist von 50° Br. an ein weites, wenig unterbrochenes, mit großen Gewässern bedecktes Tiefland. Ferner die Tiefländer des Mississippi=, des Amazonen= und Plata=Stromes, die sämmtlich nächst dem sibirischen als die größten der Erde angesehen werden müssen.

Europa's Tiefländer sind ebenfalls im Verhältniß zur geringern Größe des Erdtheils ansehnlich zu nennen. Andalusien, Guienne, die Lombardei, die Länder an der unteren Donau sind die größten Tiefländer des Südens. Mit dem belgisch=holländischen Tieflande, in welchem einzelne Punkte meeresgleich, ja selbst tiefer als das Meer liegen und mit großen Kosten künstlich geschützt werden müssen, beginnt eine wenig unterbrochene, bis an Asiens Grenze reichende Tiefebene, welche die Nord= und Ostseeländer, nebst dem größten Theile des inneren Rußlands begreift.

§. 64.

Nur an wenigen Punkten der Erde stürzt das Hochland plötzlich zur Tiefebene oder zum Meere ab. Bei weitem die meisten gehen durch Uebergangsglieder (Stufenländer) in die entgegengesetzte Form über und diese Stufenländer zeigen eine bei weitem größere Mannichfaltigkeit als die beiden extremen Formen. Ihre Höhe ist natürlich sehr mannichfaltig und wechselnd und kann nur selten auf eine gewisse Mittelzahl gebracht werden. Sie sind der Entwickelung der meisten Organismen am günstigsten; in ihnen hat sich auch die Cultur stets am glücklichsten entfaltet. —

Scharfe Grenzen für diese drei Hauptformen lassen sich übrigens eben so wenig ziehen, als es möglich ist in allen

Fällen bestimmt anzugeben, welcher Form eine Erdgegend angehöre. Meistens treten sie mehr oder weniger gemischt auf, und das Stufenland nimmt sowohl an der Natur des Hochlandes, als der des Tieflandes Theil. — Uebrigens setzt keine dieser Formen nothwendig ein Gebirge im eigentlichen Sinne voraus und in keiner ist ein solches nothwendig ausgeschlossen; doch gehören allerdings die meisten Gebirge den Stufenländern und dem Rande der Hochebenen, die wenigsten den Tiefländern an. Die angegebenen drei Hauptformen der Bodengestaltung aber würden bleiben, wenn man auch alle eigentlichen Gebirge hinwegdenken wollte, ja sie würden alsdann nur um so reiner und schärfer geschieden heraustreten.

§. 65.

Diejenigen Gebirge, welche auf Hochebenen emporsteigen, können bei sehr geringer Erhebung über diese Flächen doch eine sehr ansehnliche absolute Seehöhe haben, da die bedeutende Erhebung des Fußes hinzukommt. Indeß kommen auf mehreren, z. B. dem mexikanischen und tibetanischen Hochlande, auch Gebirge vor, die relativ genommen, zu den hohen gerechnet werden müssen.

Die bedeutendsten Gebirge sind im Allgemeinen diejenigen, welche am Rande der Hochländer emporsteigen, also von einer Seite gesehen, weit höher erscheinen, als von der andern. Auch in den Stufenländern selbst steigen bedeutende Gebirgszüge empor: die Tiefländer dagegen sind nur von niedrigem Gehügel, selten über 1000 Fuß ansteigend, unterbrochen. Viele hohe Berge kommen auf den Inseln vor.

Nach der Form ihres Gipfels sind die Berge: Spitzberge (Pic Aiquille), domförmige Berge und

Tafelberge, welche letztere gleichsam Hochflächen der kleinsten Art darstellen. Die Abhänge sind von sehr verschiedener Steilheit.

Die Berge stehen nur selten isolirt; sie hängen vielmehr dergestalt zusammen, daß die Senkung zwischen zweien Gipfeln viel geringer ist, als der Abfall nach andern Seiten hin. Solche Stellen bilden die Uebergangspunkte von einer Seite des Gebirgs zur andern: es sind dieß die Paßhöhen (Sättel.)

Den Fuß der Berge bilden die Thäler, die von der verschiedensten Form, theils eng und steil, theils flach und weitgeöffnet, geradlinigt oder gewunden vorkommen. Die meisten haben einen Ausgang in die Ebene, oft durch sehr enge Schluchten. Fehlt ein solcher Ausgang gänzlich, so daß das im Thale sich sammelnde Wasser nicht herausfließen kann, so entsteht ein Kesselthal. Nach dem Winkel, den die Streichungslinie des Thales mit der des Gebirges macht, unterscheidet man Längen- und Querthäler; für erstere ist die parallele Richtung, für letztere der rechte Winkel das Normale. Die meisten Thäler haben nur nach einer Seite hin einen Ausgang und sind an der andern geschlossen, oder ein Sattel scheidet sie von dem gegenüberliegenden Thale. Durchgehende, an beiden Enden offene Thäler setzen natürlich Isolirung der Berge voraus. Die reichste und mannichfaltigste Ausbildung der Thalformen bieten die Stufenländer dar; Hochländer haben meist große Kesselthäler; in den Tiefländern kommen nur flache und weit geöffnete Thäler vor.

§. 66.

Das höchste uns bekannte Gebirge ist das Himalaya-Gebirge im Norden von Indien. Es bildet den Rand des

tibetanischen Hochlandes und steigt mit seinem höchsten Gipfel, dem Dhawalagiri, 25000 Par. Fuß empor. Viele andere Gipfel sind 20 — 24000 Fuß hoch, und man findet hier bewohnte Ortschaften bis zu 14500 und Pässe bis zu 16000 Fuß Höhe. Sein Inneres ist uns erst seit kurzem bekannter geworden. Andere hohe Gebirge ziehen im N und NO des Himalaya, die wir noch weniger kennen und unter denen sich leicht noch höhere Gipfel befinden können. Wir kennen überhaupt den eigentlichen Zusammenhang der Gebirge des inneren Asiens noch zu wenig und ebenso ihre Höhe. Die des westlichen Asiens sind uns etwas besser bekannt, und hier ist der Kaukasus das höchste, wo der Ararat sich zu 17000 Fuß erhebt.

In Afrika kennen wir noch keinen Berg, der 14000 Fuß überstiege, da aber mindestens die Hälfte dieses Welttheils noch gänzlich unerforscht ist, so kann diese Angabe kein sicheres Datum der Vergleichung gewähren. Die Berge von Habesch, der große Atlas, die sogenanntеn Mondsgebirge, endlich die Berge des Hochlandes, der Ambofer in der Nähe des großen guineischen Meerbusens sind unter den bekannteren die höchsten.

Amerika enthält, besonders in seinem südlichen Theile, sehr hohe Berge. Die Andeskette, das längste aller Erdgebirge, durch mehr als 100 Breitengrade fortziehend, enthält unter 12° bis 16° südl. Br. Berge, die bis zu 24000 Par. Fuß emporsteigen: der Sorato und Ilimani. Viel früher schon kannte man die hohen Berge am Aequator, wo der Chimboraço von 20000 Fuß Höhe lange Zeit für den höchsten Berg der Erde galt. Das Gebirg zieht in Südamerika immer in der Nähe der Westküste fort, und die weiten östlichen Landschaften haben keinen Berg, der

auch nur den Paßhöhen oder den höchsten bewohnten Ortschaften (wie Micuipampa 13000 Fuß) in den Andes gleich käme. Nordamerika hat seine höchsten Berge in den mexikanischen Anden, von 16500 Fuß hoch; eine ähnliche Höhe sollen im äußersten Nordwesten zwei Gipfel, der Eliasberg und der Schönwetterberg, erreichen, und in den Felsengebirgen des fernen Westens der nordamerikanischen Union Berge von 10000 Fuß vorkommen. Die übrigen Landschaften Nordamerika's scheinen eben so wenig als die gleichliegenden Südamerika's Berge zu enthalten, welche 7—8000 Fuß übersteigen.

Europa's fast durchgängig genau erforschte Berge erreichen ihren höchsten Gipfel in den Alpen, wo der Montblanc 14700, der Mont Rosa 14400, das Finsterarhorn 13300 Fuß emporsteigen. In den Pyrenäen, zwischen Frankreich und Spanien haben die höchsten Gipfel 10500 Fuß (Maladetta und Montperdu). Das kleine Nevadagebirg an der Südküste Spaniens steigt im Combre de Mulhacon zu 11800 Fuß empor. Die Apeninen reichen bis 9000, die Karpathen bis 8400 Fuß.

Auch Inseln, selbst kleineren Umfanges, haben oft Berge von beträchtlicher Höhe, so Sicilien, Java, Teneriffa, Owhyhee. Besonders bestehen die Inseln von rundlicher Form sehr oft nur aus einem einzigen hohen und steilen Berge, dessen Fuß der Küstensaum bildet, wozu die westindischen Inseln und der Archipel des stillen Meeres zahlreiche Beispiele darbieten.

§. 67.

Der Winkel, welchen ein Abhang mit der Horizontebene des Ortes macht, heißt der Böschungswinkel. 90° würde also einen völlig senkrechten Hang, ein Winkel

über 90° einen überstürzenden bezeichnen. Solche Abhänge sind nur in Felsengebirgen möglich; allein auch Hänge zwischen 45° und 90° gehören zu solchen, die nur bei Steinmassen vorkommen können. Lockere, erdige Massen können keinen steilern Winkel als 45° bilden selbst diesen werden sie auf die Dauer zu behaupten außer Stande seyn, da Winde und Gewässer beständig dahin wirken, große Böschungswinkel zu verkleinern. Man wird daher in nicht felsigem Boden selten Hänge über 30° antreffen; nur Thonboden, der vom Wasser gesättigt eine größere Cohäsion zeigt, kann größere, selbst über 45° gehende Böschungswinkel bilden, doch stets nur auf eine geringe Erstreckung.

Hänge von 40° und darüber können nur durch Hülfe von Steigeisen, von geübten Kletterern und nicht ohne Gefahr des Herabsturzes, erstiegen werden; 30° erfordern schon sehr große Anstrengung und Vorsicht des Fußgängers; gewöhnliches Fuhrwerk kann kaum noch 20° überwinden und für einen geregelten Verkehr müssen Böschungswinkel von 10° und darüber schon möglichst vermieden werden.

§. 68.

Der bei weitem größte Theil des Wassers, das unsre Erde enthält, bildet die Oceane, deren Flächeninhalt und Verhältniß zum Lande §. 60 angegeben ist. Die Oceane hängen alle unter sich zusammen, und zwar meistens durch so breite Verbindungsglieder, daß es nicht ohne große Willkür möglich ist, die einzelnen Oceane genau abzugrenzen und ihren Inhalt zu bestimmen. Es sind folgende:

1) Der große Ocean, auch das stille Meer genannt. Er ergießt sich über mehr als $1/_3$ der ganzen Erdkugel und grenzt mit sämmtlichen übrigen. Er bespült die

östlichen Küsten Asiens und die westlichen Amerika's und enthält eine große Menge von Inselgruppen und einzelnen Inseln.

2) Der indische Ocean, der sich von den Küsten Südasiens und Ostafrika's bis zu einer unbestimmten Grenze im Süden erstreckt. Vom großen Ocean ist er durch den indischen Archipel und den australischen Continent geschieden, allein zahlreiche Wasserstraßen verbinden beide, und weiter gegen Süden findet gar keine Scheidung Statt. Südlich von Afrika geht er gleichfalls ohne irgend eine Scheidung über in

3) den atlantischen Ocean, der sich zwischen Afrika und Europa einerseits, Nord- und Südamerika anderseits und zwar in geringerer Breite als die beiden vorgenannten, von Süden nach Norden hinzieht. Der südliche Theil führt zuweilen den Namen äthiopischer Ocean, während der nördliche insbesondere der atlantische heißt.

4) und 5) die beiden Polarmeere (Eismeere). Das nördliche hat größtentheils Landgrenzen, nämlich die Nordküste Amerika's, Europa's und Asiens. Zwischen Asien und Amerika hängt es durch die Behringsstraße mit dem großen Ocean zusammen; die Verbindung mit dem atlantischen, zwischen Amerika und Europa, ist viel breiter. Es ist sehr seicht, im Winter fast ganz mit Eis bedeckt, das bis an die Küsten Asien's und Amerika's reicht (Europa's Küsten bleiben auch im Winter außerhalb dieser Grenze) und selbst im Sommer sie nur auf kurze Zeit verläßt. Das südliche Eismeer hängt ohne irgend eine Unterbrechung mit den drei großen Oceanen zusammen. Wir wissen noch sehr wenig von der Ausdehnung des Eises in dieser Erdhälfte: Cook hat an verschiedenen Punkten seine Grenzen

bei 62°, 66° und 71° Breite gefunden, während Weddel neuerdings bei 74° Breite noch freies offenes Meer sah. Crozier konnte bis 79°, obgleich mit Eismassen kämpfend, im Südmeere vordringen, war also nur noch 11° vom Südpol entfernt.

§. 69.

Diese Oceane bilden nun in den Küsten der Continente mehr oder weniger weite Busen, einspringende Theile zwischen vortretende Landspitzen. Die kleinern Busen heißen Buchten. Der große Ocean bildet an der Ostküste Asien's fünf Busen von sehr ähnlicher Configuration, indem sie jedesmal durch eine vorliegende Inselkette begrenzt werden. An der Küste Amerika's bildet er nur kleinere und schmale Meerbusen. Der indische Ocean bildet an Asiens Südküste drei sehr große, tief eindringende Busen; Afrika's Küsten sind nach allen Seiten hin viel weniger eingeschnitten. Das atlantische Meer bildet nach W und O hin zwei der größten und vielfach verzweigten Busen, nämlich den mexikanischen, der Nord- und Südamerika trennt, und das mittelländische Meer, mit welchem es nur durch eine verhältnißmäßig enge Straße zusammenhängt. Zwei andere große Busen von mannigfaltiger Gliederung bildet es im N der beiden vorigen, nämlich die Hudsonsbay im W und die Ostsee im O. Auch das nördliche Eismeer bildet große Busen an den Küsten der Continente, welche es berührt. Die kleinern und kleinsten Busen (Buchten, Fjörden) sind an allen Küsten sehr zahlreich; doch zeichnen sich einzelne Küsten dadurch aus, daß sie bei sehr geringer Breite tief in's Land eindringen. Buchten, in welchen die Schiffe vor Winden und heftigen Meeresbewegungen Schutz finden,

heißen Häfen, und diese werden oft durch künstliche Bauten (Molo's, Hafendämme) verbessert oder auch neu hergestellt.

§. 70.

Die Tiefe der Meere ist sehr verschieden, ebenso wie die Höhe des Landes, allein die Mittel sie zu erforschen sind bei weitem unzureichender als dort. Nur Tiefen bis zu 1500—2000 Fuß lassen sich noch einigermaßen bequem durch das Senkblei bestimmen; größere erfordern einen ungemeinen Kraft- und Zeitaufwand. In einigen Meeren hat man theils bei 10,000 theils bei 12,000 Fuß noch keinen Grund gefunden, und in eine größere ist man noch nicht gedrungen.* (Capitaine Phipps brauchte im Nordmeere, um ein Senkblei bis zu 4700 Fuß hinab und wieder herauf zu bringen, der unausgesetzten 24stündigen Arbeit von 100 Menschen, und nur ein Schiff von vorzüglich starker Bauart konnte den Versuch ohne Gefahr möglich machen). Andere Mittel, die man vorgeschlagen hat, sind theils zu unsicher, theils ebenfalls nur auf geringen Tiefen anwendbar. Die Regel, daß das Meer in der Nähe hoher Steilküsten sehr tief sey, bestätigt sich nur für einzelne Lokalitäten, nicht allgemein. Taucher können nur sehr mäßige Tiefen von 100 Fuß etwa erreichen; die Temperatur des Wassers, die Strömungen und andere, sind ebenfalls nur geeignet, uns genäherte Bestimmungen geringer Tiefen zu geben, und die Frage nach der größten, so wie die nach der durchschnittlichen Tiefe des Meeres ist daher zu den noch unbeantworteten zu rechnen.

* Die größten Tiefen, in welche das Senkblei bisher drang, liegen 57° 0' S. B. und 65° 6' W. L. von Ferro, wo man in 12300 Fuß; und 4° 32' N. B. und 116° 56' W. L. wo man in 11660 Fuß Tiefe keinen Grund fand. Bei den Messungen wurde die Neigung des sichtbaren Theils der Schnur mit in Rechnung gezogen.

Indeß hat man allgemeine theoretische Gründe, die annehmen lassen, daß Tiefen, welche eine deutsche Meile überschreiten, selten und nur in geringer Ausdehnung gefunden werden. Der große Ocean dürfte auch der tiefste seyn, wie z. B. die Geringfügigkeit der Ebbe und Fluth in ihm anzudeuten scheint.

§. 71.

Abgesehen von den Bewegungen des Meeres, welche durch Winde veranlaßt werden, so wie von der Ebbe und Fluth (von welcher nachher), bemerkt man in den einzelnen Meeren gewisse constante (oder doch nur nach den Jahreszeiten etwas veränderliche) Strömungen. So dringt das Meer von Afrika's vorgestreckten Küsten gewaltsam gegen die zurückgebogenen Amerika's im westindischen und mexikanischen Golf. Die durch den Anprall an die Küsten veranlaßte Rückströmung geht längs den Küsten Florida's nach Norden und Nordosten (Golfstrom) und bringt nach Europa hinüber, wo sie sich an Britanniens und Norwegens Küsten spaltet und verliert. Vom Südpole herauf dringt ein Strom in die drei großen Oceane, der besonders an den Westküsten Süd-Amerika's sehr stark ist und die Temperatur der dortigen Gewässer bedeutend erniedrigt. Auch ein vom Nordpol herabdringender Strom findet statt, nur ist er mehrfach gehemmt und gespalten und der Golfstrom kommt ihm entgegen, weßhalb er weniger bemerkt wird.

Aus dem atlantischen Meere findet ferner eine beständige Einströmung in das mittelländische statt, so daß in der Straße von Gibraltar das Wasser nach Osten strömt. In ähnlicher Weise strömt auch aus dem schwarzen Meere das Wasser durch den Bosporus in das mittelländische.

Die Ursachen der Strömungen können zwar sehr verschiedener Art seyn; im Allgemeinen aber kann man annehmen, daß in den wärmern Gegenden der Erde die Verdünstung stärker als der Niederschlag, in den kältern dagegen umgekehrt der Niederschlag stärker als die Verdünstung sey, und deßhalb ein Strömen von den Polen nach dem Aequator zu nothwendig erfolgen müsse. Wäre nun die ganze Oberfläche der Erde von Wasser bedeckt, und fände keine Achsendrehung derselben statt, so würde wahrscheinlich diese Strömung die einzige allgemeine seyn. Da aber die entgegenstehenden Küsten sowohl als die Rotation den Lauf vielfach verändern, so entstehen hieraus partielle Strömungen, die in einzelnen Fällen sogar der Hauptströmung ganz entgegengesetzt seyn können.

§. 72.

Um zu übersehen, auf welche Weise die Rotation der Erde die Strömungsrichtung verändern kann, denke man sich ein Wassertheilchen unter der nördlichen Breite β, für welches die Rotationsgeschwindigkeit $= m \cos. \beta$ ist, in einer nach Süden gerichteten Bewegung. Es wird nach einer gewissen Zeit die Breite β' erreichen, welche kleiner als β ist, und hier wird es die größere Rotationsgeschwindigkeit $m \cos. \beta'$ antreffen. Da es aber ursprünglich nur an der Bewegung $m \cos. \beta$ Theil nahm, so wird es jetzt relativ mit einer Geschwindigkeit $= m (\cos. \beta' - \cos. \beta)$ der Rotationsrichtung entgegen, also von O nach W zu laufen, und diese Geschwindigkeit mit seiner ursprünglichen von N nach S zusammengesetzt, werden seine Bewegung in eine mehr südwestliche verwandeln. Es ist nun zwar nicht anzunehmen, daß hier der ganze Unterschied von $\cos. \beta'$ und $\cos. \beta$ in Rechnung zu bringen sey, da das

Wassertheilchen in Berührung mit andern kommt, welche ursprünglich die größere Geschwindigkeit hatten; ein Theil dieses Unterschiedes bleibt jedoch in jedem Falle wirksam und verändert die vom Nordpol herkommende Strömung in eine südwestliche, die vom Südpol herkommende in eine nordwestliche. Aus ähnlichen Gründen würde eine vom Aequator gegen die Pole gerichtete Strömung in eine nordöstliche und südöstliche (d. h. diesen Richtungen sich annähernde) verwandelt werden. *

§. 73.

Die Temperatur des Meeres ist viel gleichförmiger als die des Landes: die Wechsel der Tages- und Jahreszeiten sind für das Meer nur 1/2 bis 1/3 derjenigen, die für Continente statt finden, und Aehnliches gilt auch in Beziehung auf den Unterschied der Klimata. Eingeschlossene Meere, so wie überhaupt das Meer in der Nähe der Küsten, zeigen schon eine größere Differenz, da hier der Einfluß von Land und Meer sich vermischen. Am Aequator hat das Meerwasser Jahr aus Jahr ein eine Temperatur von 21°—22° R., und kaum wird ein Unterschied in den Nächten wahrgenommen. In den gemäßigten Klimaten ist die mittlere Temperatur des Meeres der des Landes nahe gleich, allein im Winter ist es viel wärmer als das Land, so wie im Sommer viel kühler. In den kalten Zonen ist das Meer dagegen fast beständig wärmer, als das feste Land, und es bleibt (bis auf die äußersten Polarzonen) flüssig, während auf dem Lande starrender Frost herrscht.

* Man bezeichnet Strömungen nach der Weltgegend wohin sie gehen, während Winde ihren Namen von derjenigen Gegend führen von der sie kommen. Es ist leicht einzusehen daß dieselbe Ursache, welche die Strömungen von ihrer ursprünglichen Richtung ablenkt, auch auf die Winde wirken muß. —

Die größte Dichtigkeit erreicht das Wasser bei + 4° Wärme, dergestalt, daß kälteres sowohl als wärmeres Wasser weniger dicht ist. Deßhalb wird überall, wo Wasser von + 4° vorhanden ist, dieses die unterste Stelle einnehmen. Die Strömungen, die in der Tiefe eben so wohl als an der Oberfläche statt finden, werden nun dahin wirken, überall Wasser von + 4° zu verbreiten, und so ist es erklärlich, daß Versuche mit Six-Thermometern (solchen, welche einen in einem gewissen Moment stattfindenden Grad dauernd markiren) sowohl unter dem Aequator als auch in hohen Breiten das Wasser in großen Tiefen + 4° gefunden haben. Es folgt hieraus ferner, daß ein Gefrieren des Meeresgrundes nicht stattfinden könne, so lange ein Zuströmen des Wassers aus geringeren Breiten ungehemmt vor sich geht, da alsdann stets ein Wasser von + 4° R. oder doch einem nahe liegenden Grade den Grund einnehmen wird. Nur solche Gewässer, die ohne Verbindung mit den Oceanen sind, können, wenn die Kälte hoch genug steigt, zuletzt auch auf dem Grunde gefrieren.

Das Eis der Polarmeere löst sich im Sommer, theils in Folge der Wärme, theils durch heftige Stürme und Strömungen, von der Hauptmasse zum Theil ab, geräth in Bewegung und treibt in Folge der Strömungen gegen den Aequator hin. Dieses Treibeis umlagert dann auch die Küsten der nördlichen Länder, die während des Winters kein festes zusammenhängendes Eis haben, und weicht oft erst im Spätsommer. Andere Schollen treiben im offenen Meere fort und überschreiten sogar oft den halben Weg zwischen Pol und Aequator, ja man will in einigen Jahren, wo sehr große Eisbrüche stattfanden, diese Schollen in der Nähe der Wendekreise wahrgenommen haben. Auch das

stehenbleibende Eis ist alsdann vielfältig vom offnen Wasser durchfurcht (die Polinjen der Russen), so daß man weder mit Schlitten noch mit Schiffen diese Gegenden befahren kann. Auch hat noch Niemand den Pol erreicht: 82° 40′ nördl. Br., bis wohin Parry vordrang, scheint die äußerste von Menschen erreichte Breite auf der Erde zu seyn.

§. 74.

Das Wasser der Oceane enthält Salz, Ammoniak u. s. w. in so großer Menge, daß es dadurch untrinkbar wird. Sein Genuß vermehrt den Durst und erzeugt zugleich heftige Diarrhöen, auch ist der Geschmack höchst widerwärtig. Indeß ist die Quantität des Salzes und der ähnlichen Bestandtheile sehr verschieden in den verschiedenen Meeren, und selbst die salzigsten sind weit entfernt gesättigt zu seyn. Nach der Tiefe nimmt der Salzgehalt zwar etwas zu, doch nach Aussage der darüber angestellten Versuche nur um 1/8 bis 1/9. Eine regelmäßige Ab- oder Zunahme des Salzgehaltes nach Klimaten findet sich nicht; nur sind eingeschlossene Meere, wie die Ostsee, etwas weniger salzig als andere. Die von einigen aufgestellte Regel, daß es nach dem Aequator zu salziger werde, leidet bedeutende Ausnahmen, auch ist der Salzgehalt nicht zu allen Zeiten derselbe.

Die Frage, woher das Meerwasser salzig sey, ist häufig auf die verschiedenste Weise beantwortet worden; man könnte indeß mit eben dem Rechte fragen, woher das Flußwasser süß sey? Es ist, wie Lichtenberg bemerkt, am wahrscheinlichsten, daß der Zustand des Meerwassers der normale und ursprüngliche des Wassers überhaupt sey, und daß nur die Verdünstung, bei welcher das Salz zurückbleibt,

die Filtration an den Quellen und andere Umstände dem Flußwasser seinen trinkbaren Zustand verleihe.

Das Seewasser kann zwar durch Kunst von seinem Salzgehalt befreit und solchergestalt trinkbar gemacht werden; indeß ist damit nur dann für den Seefahrer etwas gewonnen, wenn der Apparat und das Material, welches zur Trinkbarmachung eines Quantums Seewasser erforderlich ist, nicht eben so viel oder gar noch mehr Raum in Anspruch nimmt als die gleiche Quantität süßes Wasser, die mitgenommen wird. Der beste Vorschlag hiezu dürfte der von Irwig seyn, welcher dieselbe Feuerung, die zum Kochen der Speisen angewandt wird, zum Destilliren des Seewassers benutzt, wobei man nur eine einfache Vorlage, keineswegs aber mehr Brennmaterial gebraucht. Man kann zwar nur etwa $\frac{1}{3}$ des regelmäßigen Wasserbedarfs dadurch erhalten; doch ist jedenfalls dem äußersten Mangel vorgebeugt.

Uebrigens behält das so bereitete Trinkwasser doch stets etwas von jenem bittern Ammoniakgeschmacke bei, und ist nie so gut als natürliches.

Wenn Meereis schmilzt, so erzeugt sich ebenfalls süßes Wasser, doch muß man es vor dem Trinken stark umrühren, da es sonst wegen Mangel an Luft ungesund ist. In Gegenden, wo der Salzgehalt des Meeres stark und die Hitze der Sonne beträchtlich ist, wie an den brasilischen Küsten, wird das Seesalz in Gruben durch Verdampfung ausgeschieden und dient sodann zum ökonomischen Gebrauche.

§. 75.

Die Farbe des Seewassers ist blaugrün, wenn der Himmel heiter ist, was darin seinen Grund zu haben scheint,

daß Wasser die rothen Strahlen besser durchläßt, die blauen und grünen dagegen zurückwirft. Halley bestätigt dieß durch einen Versuch in der Taucherglocke. Er erblickte die obere Fläche seiner Hand rosenroth, die untere blaugrün. Jene ward von den eindringenden, diese von den zurückgeworfenen Strahlen getroffen. Doch können lokale Ursachen auch ganz andere Farben bewirken. Die Farbe von Insekten oder Seepflanzen, die sehr häufig vorkommen, kann sich, optisch wenigstens, dem Meere mittheilen; die Farbe des Grundes scheint durch seichte oder auch sehr klare Gewässer hindurch; Flüsse, welche Schlamm und andere Massen mit sich führen, färben den Theil des Meeres, in den sie sich ergießen (das gelbe Meer bei China verdankt seine Farbe dem Schlamme des Hoang-ho), und so kann die Farbe der Meere sehr verschieden seyn.

Ein eigenthümliches Phänomen ist das Leuchten des Meeres, welches sich auf verschiedene Weise äußert und auch verschiedene Ursachen zu haben scheint. Zuweilen erblickt man das ruhige Meer wie mit rothen Sternchen übersäet. Ein anderes Mal leuchten rothe Wellen, und das Schiff läßt auf seinem Wege einen feurigen Streif hinter sich. Namentlich hat man das des Abends und bei einbrechender Dunkelheit bemerkt. Es wird stärker, wenn ein Gewitter oder Sturm im Anzuge oder bereits ausgebrochen ist. Faulende phosphorescirende Substanzen können die rothe Farbe bewirken und die elektrische Spannung sie verstärken und glühender machen. In andern Fällen rührt es von Seethieren (Medusen, Polypen u. a. her, deren Fühlhörner an den Spitzen stark leuchten; auch der Fischlaich leuchtet wohl, und wenn zehntausend Millionen Heringe (eine gar nicht übertriebene Zahl) ablaichen, so kann

dadurch weit und breit das Meer in ein Leuchten versetzt werden.

§. 76.

Die Ebbe und Fluth des Meeres (marée, æstus, tide) ist eine merkwürdige Erscheinung, die schon von den ältesten Zeiten an Erklärungsversuche verschiedener Art veranlaßt hat. Es besteht in einem periodischen * Steigen und Fallen des Meeres, welches sich sowohl der Zeit, als auch näherungsweise der Quantität nach voraus berechnen läßt. Argumente dieser Rechnung sind der Stand des Mondes und der Sonne, indeß sind die konstanten Größen, die bei der Berechnung vorkommen, für jede Gegend des Meeres verschieden. Das Steigen dauert gewöhnlich $3\frac{1}{2}$, das Fallen gegen 9 Stunden, beides zusammen durchschnittlich 12 Stunden $24\frac{3}{4}$ Minuten, genau die Hälfte derjenigen Zeit, welche der Mond von einem Meridiandurchgange zum andern gebraucht. Nach Maßgabe der Ab- oder Zunahme des Mondes beschleunigt und verzögert sich die Fluth etwas. Sie ist stärker im Vollmonde und Neumonde (oder auch 1 — $1\frac{1}{2}$ Tage nachher) als in den Quadraturen; stärker bei der Erdnähe als bei der Erdferne; stärker, wenn der Mond in seinen Knoten steht; am stärksten endlich, wenn er zugleich in seinem Knoten und im Aequator steht, was nur um die Zeit der Nachtgleichen möglich ist. Längst hatte man deßhalb vermuthet, daß der Mond die veranlassende Ursache

* Nicht jedes Steigen und Fallen des Meeres ist Ebbe und Fluth. Wenn heftige Winde das Wasser in einen Meerbusen treiben, oder auch, vom Lande herwehend, den Stand des Wassers erniedrigen, so entsteht zwar auch ein Steigen und Fallen, von diesem ist aber hier nicht die Rede.

sey; Newton zeigte die Nothwendigkeit einer solchen Wirkung aus der Attraktionstheorie, und jetzt ist durch die genauesten und auf viele Tausende von Fluthbeobachtungen gegründeten Untersuchungen der Gegenstand unwidersprechlich bewiesen. Mond und Sonne bewirken durch ihre Anziehung die Erscheinung, ersterer wirkt seiner Nähe wegen stärker, als die Sonne. Man denke sich der Einfachheit wegen eine Wasserkugel, und über ihr den Mond. Dieser wird den ihm nächsten Punkt c′ der Kugel stärker anziehen, als den Mittelpunkt c und diesen abermals stärker, als den entferntesten Punkt c″. Dadurch bewirkt er (da Wasser seine Form verändern und also dieser Verschiedenheit der Anziehung nachgeben kann), daß die drei erwähnten Punkte in eine größere Entfernung von einander zu stehen kommen, als die, einem andern Durchmesser d angehörenden. Das Wasser an der Oberfläche wird also einen Zug nach den beiden Punkten c′ und c″ empfinden und in diesen sich anhäufen, folglich steigen. Da aber in Folge der Erdrotation und der eignen Bewegung des Mondes stets andere Punkte der Wasserkugel an die Stelle der c′ und c″ treten, so muß die Fluth wandern und nach und nach andere Gegenden der Erdkugel treffen. Nicht als ob eine Wassermasse vom Betrage der Fluthwelle in 24 Stunden 49½ Min. um die Erde laufe, sondern das gesammte Fluidum macht eine Bewegung, die der Geschwindigkeit nach unendlich geringer ist. (Wenn man eine Reihe von 10000 Kugeln um den Durchmesser einer Kugel fortschiebt, so wird offenbar dasselbe Resultat erhalten, als wenn man die letzte Kugel allein mit einer 10000 mal schnelleren Bewegung an das entgegengesetzte Ende gebracht hätte). Die hierdurch veranlaßte Bewegung der ganzen Masse des Wassers

ist vielmehr eine sehr langsame, und nur unter besondern lokalen Umständen kann sie rascher werden. *)

§. 77.

Die Ebbe und Fluth gehört ihrer Ursache nach zu der Klasse derjenigen Erscheinungen, die wir in der Astronomie als Störungen bezeichnen, und sie kommt der Evektion des Mondes am nächsten. In dieser sind Neumond und Vollmond im Verhältniß zur Erde eben das, was bei unserm Phänomen die Punkte c′ und c″ gegen c sind; und der störende Körper ist dort die Sonne, während hier der Mond (und zum geringeren Theile auch die Sonne) Ebbe und Fluth veranlaßt. Störende Wirkungen (Anziehungsdifferenzen) verhalten sich aber, wie in der Astronomie gezeigt wird, allgemein genommen wie die störenden Massen direkt und wie der Cubus ihres Abstandes umgekehrt. Nun ist, wenn man Erdmasse = 1 setzt, die Sonnenmasse = 354936 und die Mondmasse $\frac{1}{81,636}$; ferner ist die Sonne 400 mal weiter von der Erde entfernt als der Mond (beide in mittlerer Entfernung angenommen). Es

*) Die Einwendungen gegen die Wirkung des Mondes auf Fluth und Ebbe beruhen auf einer ganz falschen Ansicht entweder des Phänomens selbst, oder der Art wie die Anziehung wirkt. Es war eine Zeit lang ordentlich Mode geworden, die Einwirkung des Mondes auf Ebbe und Fluth und nebenher die ganze Newton'sche Theorie vornehm zu bespötteln; während Niemand eine auch nur halbwegs vernünftige Erklärung des Umstandes, daß sich Ebbe und Fluth nach den Mondsphasen richten und durch den bekannten Mondslauf vorausbestimmen lassen, gegeben hat. Man gab uns nur schönklingende Worte von einem Erdeleben, einem Pulsiren ihrer Adern u. dgl. womit sich weder theoretisch noch praktisch etwas anfangen ließ. Diese ephemeren Versuche, wissenschaftlich zu behandelnde Gegenstände, aus dem Gebiete der Mathematik in das der Romantik hinüberzuziehen, sind stets nach sehr kurzer Zeit der wohlverdienten Vergessenheit übergeben worden.

wird sich demnach die hier in Betracht zu ziehende Wirkung für Sonne und Mond verhalten

$$S : M \frac{354936}{400^3} : \frac{1}{81,636} = 1 : 2,20875.$$

Mithin ist die Wirkung der Sonne nicht völlig halb so stark als die des Mondes. Es werden nun Sonne und Mond nach gleicher Richtung wirken, wenn die drei Körper in derselben Linie stehen, was im Neu- und Vollmonde wenigstens annähernd der Fall ist. Alsdann vereinigen sich beide Wirkungen gleichzeitig: die Sonnenfluth S und die Mondfluth M fügen sich zu einander und wir haben eine Fluth $S + M = 3,20875$ x. Wenn dagegen die Sonne und der Mond rechtwinkelicht zur Erde stehen, was in den Quadraturen der Fall ist, so tritt von Seiten der Sonne Ebbe ein, wenn von Seiten des Mondes Fluth erfolgt, und umgekehrt. Die beiden Wirkungen setzen sich also negativ zusammen und die Fluth ist $M - S = 1,20875$ x. Es verhalten sich also die Fluthhöhen im Voll- und Neumond (den Syzigien) zu denen in den Quadraturen wie $3,20875 : 1,20875 = 2,7165 : 1$. Man sieht indeß leicht, daß da die Voraussetzung einer graden Linie für die drei Körper Erde, Mond, Sonne nur dann der Strenge nach gilt, wenn der Neu- und Vollmond in seinem Knoten steht, (wobei Finsternisse erfolgen) die herausgebrachte Differenz zwischen den Fluthen der Syzigien zu denen der Quadraturen durchschnittlich etwas zu groß seyn werde, und damit stimmt auch die oben angegebene Erfahrung, daß die Fluth stärker zur Zeit der Mondknoten sey.

Die größere Nähe des Mondes muß ebenfalls die Fluth vermehren: ist der Mond das einemal 55000, das anderemal 48000 Meilen entfernt, so müssen sich die vom

Monde abhängenden Fluthen wie $48^3 : 55^3 = 1 : 1{,}505$ verhalten, womit gleichfalls die Erfahrung übereinstimmt.

Endlich kommt viel darauf an, ob Mond und Sonne im Aequator, oder in einem andern Deklinationskreise stehen. Ist ersteres der Fall, so liegen die beiden Punkte c' und c'' beide im Aequator d. h. in gleichem Rotationskreise und der höchste Fluthpunkt ist dieß nach 12 Stunden 24¾ Minuten abermals. Wenn dagegen der anziehende Körper eine Deklination δ hat, so liegt der Punkt c' auf der Erdfläche in einer dieser Deklination entsprechenden Breite, c'' dagegen auf der entgegengesetzten Halbkugel in ähnlicher Breite. Wenn daher jetzt die beiden Punkte c' und c'' die Längen und Breiten (λ), (β); und $(\lambda + 180^0)$, $(-\beta)$ haben; so werden nach Ablauf einer Fluthperiode zwei andere Punkte (λ), $(-\beta -)$ und $(\lambda + 180^0)$, (β) an die Reihe kommen, die höchsten Fluthen zu zeigen. Dadurch wird die Bewegung des Wassers mehr verwickelt; es werden verschiedene Fluthwellen einander kreuzen und dieß wird dieselbe Folge haben, wie wir bei Kreuzung zweier Wellensysteme stets wahrnehmen; die Intensität wird geschwächt und die Wirkung mehr vertheilt.

Hierdurch ist Alles vollständig erklärt, was sich einer aufmerksamen Beobachtung über dieses Phänomen und seine allgemeine Erscheinung darbietet, und die großartige Arbeit Laplace's, gegründet auf mehr als 6000 Fluthbeobachtungen zu Brest und l'Orient hat uns die Theorie dieses Phänomens und seinen Zusammenhang mit dem Stande des Mondes und der Sonne so erschöpfend dargestellt, daß wir im Stande seyn würden, Ebbe und Fluth auf Sekunden und auf einzelne Theile des Zolles vorauszuberechnen, wenn nicht Winde und andere der Rechnung

sich entziehende Phänomene ihren Einfluß ebenfalls geltend machten. Gleichwohl stimmen die Vorausberechnungen mit den wirklichen Beobachtungen besser, als man nach diesen störenden Umständen erwarten sollte.

Die höchsten Fluthen, die, wie oben erwähnt, von dem Zusammentreffen gewisser Mondspunkte abhängen, nennt man Springfluthen: es ist klar, daß sich mit ihnen auch die tiefsten Ebben verbinden, denn die Gesammtmasse des Meerwassers ist eine konstante.

§. 78.

In allen bisherigen Betrachtungen haben wir eine Wasserkugel angenommen und folglich auch eine Hemmung der Bewegung durch vorliegende Landmassen nicht berücksichtigt. Das kann nun zwar auf das Verhältniß der Fluthhöhen für verschiedene Mondpunkte und dergleichen keinen Einfluß ausüben, da jene Hemmungen selbst stets dieselben bleiben. Aber die Gestaltung des Phänomens für die verschiedenen Erdgegenden wird dadurch allerdings bedeutend modifizirt. Wir haben hierüber von Whewell eine ausführliche Arbeit erhalten, deren Resultate in der Kürze folgende sind:

Die ursprüngliche Fluthwelle kann sich eigentlich nur im großen Ocean erzeugen. Hier, wo auf einem fast eine volle Erdhalbkugel begreifenden Segment nur kleine Inseln liegen, vermag das Wasser am ungestörtesten dem Impulse zu folgen, den es durch Mond und Sonne erhält. Indem die Erde von W nach O rotirt, rückt diese Fluthwelle westlich fort, trifft aber hier schon an Asiens und Neuhollands, noch mehr aber an Afrika's Küsten auf Hindernisse; sie muß theils durch enge Kanäle laufen, theils um die großen nach Süden sich vorstreckenden Landspitzen

herumbiegen. Dabei erfolgt, was bei Verengung des Bettes eines strömenden Gewässers stets erfolgen wird — die Fluth steht beträchtlich höher, als am Ursprungsorte. Während sie an den Inseln des großen Oceans kaum bemerkt wird und vom Seefahrer nicht berücksichtigt zu werden braucht, erreicht sie in den westlichen Kanälen mehrere Fuß.

Um Afrika's Südspitze liegt sie herum; Amerika's Cap Horn aber liegt zu weit vom Aequator, als daß hier noch ein merklicher Theil der Fluthwelle herumzudringen vermöchte; die Hauptmasse geht im äthiopischen und atlantischen Ocean nach Norden und bewirkt die Fluthen, die wir an Europens und Amerika's Küsten wahrnehmen. Obgleich von ihrem Ursprungsorte hier am weitesten entfernt und stark verspätet, erreicht sie doch an vielen Punkten weit größere Höhen als in den Gegenden, die ihrem Ursprung näher liegen, in Brest z. B. sind die Syzigialfluthen durchschnittlich 19, Quadraturfluthen 8 Fuß; in der Fundybay in Nordamerika erreichen die Springfluthen sogar 50 — 60 Fuß über die ihnen entsprechenden Ebben. Das Wasser drängt hier von einer weiten, gegen S geöffneten Mündung her in einen engen Hintergrund der Bucht.

Auch in große Flüsse dringt die Fluthwelle ein. Die Nordseefluthen sind bei Hamburg noch sehr merklich und werden bis Lauenburg verspürt. In der Themse, den Severn u. a. brittische Flüsse dringen hohe Fluthen hinauf; im Maranhon zeigen sie sich als mächtige Wellen, die die ganze ungeheuere Breite des unübersehbaren Stromes einnehmen, bis zu 150 Meilen aufwärts von der Mündung.

Da die Fluth Zeit gebraucht, durch die Windungen der Meeresarme hindurchzukommen, so tritt überall die

Fluth später ein als der Meridiandurchgang des Mondes, und da, wo sie etwa gleichzeitig mit diesem eintritt, muß angenommen werden, daß die Verspätung eine oder mehrere volle Perioden begreife. Aber diese Verspätung ist für den gleichen Ort stets dieselbe und nur nach den Phasen des Mondes etwas veränderlich, folglich genau zu berechnen. Die Zeit, welche von einer Culmination des Mondes bis zum Eintritte der Fluth an einem gegebenen Orte verfließt, nennt man die Hafenzeit dieses Ortes (établissement du port) und ihre genaue Kenntniß ist für den Schiffer von höchster Wichtigkeit; weßhalb in allen Handbüchern zum Gebrauch der Seefahrer die Fluthen vorausberechnet, und die Hafenzeiten angegeben sind.

§. 79.

In Meeren, die in höheren Breiten liegen, in eingeschlossenen, oder nur durch schmale Straßen mit dem freien Ocean verbundenen Meeren zeigt sich entweder gar keine oder doch nur eine schwache Fluth. So hat z. B. die Ostsee gar keine, obgleich sie in der Nordsee ziemlich stark ist; Spuren der Fluth will man an einigen dänischen Inseln noch bemerkt haben; an den baltischen Küsten Schwedens, Preußens und Rußlands dagegen ist bestimmt keine mehr wahrzunehmen. Das kaspische Meer so wenig als irgend ein Landsee zeigen Fluthen, die Eismeere sind gleichfalls frei davon.

An einzelnen Punkten, z. B. in der Straße von Malakka, will man die Bemerkung gemacht haben, daß die Fluthen sich nicht nach dem Monde richten. Dieß will weiter nichts sagen, als daß hier die vom Monde erzeugten Fluthwellen nicht einzudringen vermögen und folglich nur

die andern, von Winden und dergl. herrührenden Bewegungen, die anderwärts bei den Fluthen mitwirken und ihre Regelmäßigkeit vermindern, allein wirksam sind.

§. 80.

Wasserflächen, die ganz vom Lande eingeschlossen oder auch nur durch einen Fluß mit dem Meere verbunden sind, heißen Seen. Ihrem Vorkommen nach kann man sie eintheilen

1) in solche, die weder Zu- noch Abfluß haben, stagnirende Steppenseen.

2) solche, die einen Zufluß, aber keinen Abfluß haben.

3) solche, denen beides zukommt.

Die ersteren müßten mit der Zeit verdünsten, und sehr viele Stellen der Erdoberfläche zeigen auch mehr oder minder deutlich, daß sie einstmals Seebecken waren. Doch mögen sie sich auch erhalten, in Gegenden, wo heftige Regengüsse den größten Theil des Jahres hindurch fallen, oder wo unterirdische Quellen das, was durch Verdünstung verloren geht, stets wieder ersetzen. In jedem Falle ist ihr Umfang und ihre Höhe veränderlich, was auch, nur im Allgemeinen in geringerem Grade, von den beiden andern Klassen gilt.

Die zweite Klasse kommt sehr häufig vor und wir haben die größten uns bekannten Seen der Erde, den kaspischen, den Aral- und Tschad-See, viele Seen des asiatischen Hochlandes und des nördlichsten Amerika's hierher zu rechnen. Man hat bei ihnen eine unterirdische Verbindung mit dem Meere vermuthet; aber gerade beim größten derselben, dem kaspischen, ist eine solche Verbindung unmöglich, da er sonst nicht 93 Fuß tiefer als das Meer liegen könnte. Es ist aber auch weder bei diesem, noch irgend einem andern nöthig, ein solches Auskunftmittel

für die Unterbringung des Wasserüberflusses anzunehmen, da die Verdünstung hinreicht, den Zufluß zu absorbiren. Ist sie zu schwach, so steigt der See bis sein Umfang groß genug ist, um durch die vermehrte Verdünstung dem Zuflusse das Gleichgewicht zu halten; ist sie zu stark, so erfolgt das Gegentheil, bis der verminderte Umfang auch die Verdünstung auf den erforderlichen Gleichgewichtszustand herabgebracht hat. Bei der nach den Jahreszeiten veränderlichen Verdünstung und der gleichfalls, aber mit andern Zeitpunkten des Maximums veränderlichen Menge des Zuflusses müssen daher auch diese Seen in Zu- und Abnahme begriffen seyn.

Die meisten Seen ohne Abfluß sind salzig, wie das Meerwasser, ja einige noch viel salziger als dieß, wie der asphaltische See (todtes Meer) in Palästina. Die Ursache dürfte darin liegen, daß diese Seen Reste des ehemaligen Meeres sind und ihre Salzigkeit, gleich diesem, ursprünglich haben und behalten. Zwar wird durch die Flüsse süßes Wasser fortwährend zugeführt, aber die damit im Gleichgewicht stehende oder sich stellende Verdünstung absorbirt auch nur süßes Wasser, und läßt die salzigen und ammoniakalischen Theile zurück.

Uebrigens soll durch das Vorstehende keineswegs behauptet werden, es gäbe gar keine Seen mit unterirdischen Abflüssen, vielmehr deuten bestimmte Beobachtungen auf solche eben so gut wie auf unterirdische Zuflüsse hin. Nur als eine nothwendige Form können wir sie nicht anerkennen.

Die dritte Art endlich, mit Zu- und Abflüssen, sind häufig nur als beträchtliche Erweiterungen eines Flußbettes anzusehen, wie z. B. die vielen Seen, welche die Havel durchströmt. Doch kann man aus den horizontalen

Dimensionen, unter denen der See sich auf der Karte darstellt, eine solche Ansicht für einzelne gegebene Fälle noch nicht begründen. So ist der Bodensee nicht allein 60—100 Mal tiefer als der Rhein, wo er sich in ihn ein= und ausmündet, sondern man kann auch den Strom des Rheinwassers fast durch den ganzen See deutlich verfolgen, da es sich durch Farbe, Wellenschlag, Temperatur und dergleichen von dem des Sees unterscheidet. Indeß mögen sie doch diesen Stromläufen, wo nicht ihre erste Entstehung, doch ihren gegenwärtigen Umfang und Größe verdanken. Sie sind als Regulatoren des Wasserstandes der Flüsse in der Naturökonomie von großer Wichtigkeit. Die Ströme, welche von den Alpengletschern herabkommen, würden alljährlich ihre Ufer weit und breit überschwemmen, wenn nicht die Seen ungeheure Massen Wasser aufnehmen könnten ohne beträchtlich zu steigen; und es ist klar, daß das Steigen des unterhalb befindlichen Stromtheiles ganz vom Steigen des Sees abhängen muß. Mit dem Fallen verhält es sich ganz eben so.

Es sey z. B. der Strom 100 Fuß, der See 10000 Fuß breit; so wird durch eine Wassermenge, die den Strom um 100 Zoll erhebt, der See nur um 1 Zoll steigen, folglich auch den tiefer liegenden Stromgegenden zunächst nur einen Zoll Steigung mittheilen können. Durch den anhaltend hohen Stand des Sees wird nun zwar das tiefer liegende Gewässer mit der Zeit mehr steigen, allein die Wirkung ist jedenfalls auf große Zeiträume vertheilt und dadurch in ihrer Intensität geschwächt.

§. 81.

Die zahlreichsten und schönsten Seen dieser letztern Klasse bilden sich am Fuße der Gebirge da, wo die Längen=

thäler anfangen ihren Lauf zu wenden und in die Ebene hinauszutreten. So die Seen am Süd- und Nordfuße der Alpen, gebildet vom Rhein, der Rhone, der Reuß, Thun, Limmat, Tessin und andern Flüssen. Ihre Umrisse folgen fast immer den Thalwindungen, und von ihnen abwärts beginnt die Schiffbarkeit im Großen, wenn nicht, wie beim Rheine, ein Wasserfall unterhalb des Sees liegt.

Aber auch ebene und Tiefländer haben viele und große Seen dieser Art, ja die größten derselben kommen in ihnen vor. So sind der Ladoga, Onega und Peipus weiten Ebenen angehörig.* Manche Seen hat man künstlich durch unter- oder überirdische Kanäle abgeleitet oder doch verkleinert, um trockenes Land zu gewinnen.

§. 82.

Das bereits erwähnte todte Meer (asphaltischer See) ist ein in vielfacher Beziehung merkwürdiges Gewässer. Es hat einen Hauptzufluß, den Jordan, von Norden her, und einige kleinere Bäche von den andern Seiten. Sein Wasser enthält in 1000 Theilen, nach Klaproths Untersuchung, 244 Theile salzsaure Magnesia, 106 salzsaure Kalkerde und 78 salzsaures Natron. In Folge dieses großen Salzgehaltes ist es beträchtlich schwerer als andres Wasser, und die Wellen sind träger und niedriger. Seine Oberfläche beträgt 24 Quadratmeilen, und um das vom Jordan ihm zugeführte Wasser zu verdünsten, müßte täglich $1^2/_3$ Zoll ausdünsten, was in diesen heißen Gegenden gar nicht unmöglich ist.

* Auch das schwarze Meer mit seinen Nebengewässern könnte man füglich für einen Landsee ansehen, da der Bosporus nichts weiter als ein Fluß ist, der es mit dem Meere von Marmora und weiterhin mit dem Aegeischen verbindet, ebenso wie die Newa den Ladogasee mit dem kronstädter Meerbusen. Er ist sogar beträchtlich schmäler als der Lorenzo in Nordamerika, den man als den Abfluß der kanadischen Seen betrachtet.

Nach den neuern Barometerbeobachtungen liegt er wenigstens 1000 Fuß tiefer als das Meer, und ist demnach wahrscheinlich der tiefste Punkt der Erdoberfläche. Kein Fisch lebt in ihm; nur Salz und Asphalt, welches in großen Stücken auf ihm herumschwimmt, sind seine Erzeugnisse. Die am Ufer befindlichen wenigen Pflanzen sind, wie der Boden, vom Salze durchdrungen, selbst den Kleidern der Reisenden theilt sich das Salz mit, und die Küsten sind so gut als ganz unbewohnt. Mächtige vulkanische Revolutionen mögen in der Vorzeit diesen Boden erschüttert haben; noch jetzt sollen sich häufig Rauchsäulen, nach Schwefel riechend, in dieser Gegend zeigen. Höchst wahrscheinlich indeß war der Ausbruch, durch welchen Sodom und Gomorrha unterging, an deren Stelle jetzt der See steht, der letzte. Uebrigens muß ein See hier immer bestanden haben, da das Wasser des Jordans, der in seinem untern Laufe tiefer als das Meer liegt, ein solches Becken bedurfte. Nur scheint er kleiner an Umfang gewesen zu seyn.

§. 83.

Wenn das Wasser weder im Stande ist, den Boden vollständig zu bedecken, noch die Ausdünstung stark genug, um letztere trocken zu legen, so entstehen Sümpfe, die entweder periodisch oder permanent sind. Sie finden sich größtentheils in der Umgebung von Seen und Flüssen, so wie an den Meeresküsten, oft aber auch ohne Verbindung mit diesen. Zuweilen verlieren Flüsse sich in einen solchen Sumpf. Da sie der Gesundheit eben so nachtheilig, als der Bebauung und Communikation hinderlich sind, so sucht man sie auszutrocknen, welches durch Ableitungskanäle, nöthigenfalls verbunden mit einer künstlichen Erhöhung der

Gegend, geschehen kann. Sind sie zu groß oder zu ungünstig gelegen, so sucht man sie wenigstens zu vermindern oder ihrem weitern Vordringen zu wehren. Viele Gegenden der cultivirten Erde würden, wenn nicht fortwährend entgegen gearbeitet und die bestehenden Anstalten erhalten würden, im Laufe der Zeit versumpfen; andere in der Vorzeit kultivirte hat dieses Schicksal schon betroffen. Auch auf Bergflächen, in ziemlicher Höhe über dem Meere, kommen Sümpfe vor, doch scheinen die meisten den Tiefländern anzugehören.

§. 84.

Die Flüsse sind Wassermassen, welche sich nach einer bestimmten Richtung hin fortbewegen, und deren Breite gegen ihre Länge nur unbedeutend ist. Sie entstehen, wenn sie nicht bloße Abflüsse von Seen sind, aus Quellen, und in den meisten Fällen vereinigen sich viele Quellen in einem gemeinschaftlichen Rinnsaal, und diese vereinigen sich immer wieder mit andern, so daß oft eine Mündung die Gewässer von vielen tausend einzelnen Flüssen in's Meer führt. Die Quellen kommen entweder an der Oberfläche des Landes oder auf dem Grunde der Wasserbehälter zum Vorschein, und entstehen wohl größtentheils durch den Niederschlag der Dünste, so wie aus dem Schnee der höhern Berge; einige auch wohl durch unterirdische Dämpfe, welche in die Höhe steigen und sich hier abkühlen. Daß das Seewasser unter der Erde emporsteige ist zwar oft behauptet worden, allein durch neuere Erfahrungen und Versuche wiederlegt.

Das Quellwasser ist gewöhnlich mit fremden Bestandtheilen vermischt, die beim Durchsickern des Wassers durch die verschiedenen Erdarten aufgelöst oder auch nur mechanisch

mit dem Wasser gemengt werden. Am gewöhnlichsten finden sich Kalkerde, Eisen, Salze. Bei einer beträchtlichen Menge dieser Materien, zumal wenn sich auch noch kohlensaures Gas damit verbindet, entstehen die sogenannten Mineralwasser, Gesundbrunnen, welche als Bad oder Getränk zur Heilung vieler Krankheiten angewandt werden. Auch die heißen Quellen, die fast alle mineralischer Natur sind, gehören hierher. Diese letzteren mögen aus großen Tiefen herkommen, daher sie fast nur am Fuße hoher Berge hervorbrechen. Auch hat man angenommen, daß sie im Innern der Erde über Schwefelkiese laufen und sich dadurch erhitzen. Einige von ihnen haben über 50 Grad Wärme, ja selbst kochendes Wasser bricht an einigen Stellen, wie in Island, aus der Erde hervor.

Andere Quellen enthalten eine Kupferauflösung, welche sich an hineingeworfene Körper ansetzt (Cementquellen). So verfertigt man zu Neusohl, in Ungarn, eiserne Gefäße, wirft sie in die dortige Cementquelle und nimmt sie nach einiger Zeit, mit Kupfer überzogen, wieder heraus. Andere Quellen inkrustiren die hineingelegten Gegenstände mit Stein.

Künstliche Quellen (Brunnen) werden da, wo die natürlichen fehlen und man Wasser bedarf, gegraben. Es ist wahrscheinlich, daß man in der Erde überall auf Wasser kommt, sobald man nur die hinreichende Tiefe erreicht hat. Wenn man in der Tiefe eine Thonschichte durchgraben muß um zu Wasser zu gelangen, so springt es gewöhnlich mit großer Gewalt bis über die Oberfläche der Erde hervor (artesische Brunnen). Dieß erklärt sich wohl daher, daß Thonschichten das Wasser nicht durchlassen. Die große Menge des Quellwassers an einzelnen Orten scheint auf unterirdische Seen zu deuten.

§. 85.

Die aus den Quellen sich bildenden Flüsse (auch Bäche, wenn sie sehr klein, und Ströme, wenn sie sehr groß sind) fließen nun mit einem größern oder geringern Gefälle über (in einzelnen Fällen auch streckenweise wieder unter *) der Erde fort, und vergrößern sich unterwegs immer mehr durch Aufnahme neuer Quellen und Vereinigung mit andern Flüssen. So erreichen sie entweder das Meer oder ergießen sich in einen See mit oder ohne Abfluß, oder sie werden allmählig schwächer und versiegen im Sande (Steppenflüsse). Alle Gewässer, die sich mit einem Hauptstrom auf dessen Wege zum Meere mit ihm vereinigen, bilden mit ihm zusammen sein Stromgebiet. In den obern, der Quelle näheren Theilen ist das Gefälle meistens stärker als näher der Mündung, und eben daher auch der Lauf rascher. Während es dort auf eine geographische Meile mehrere hundert, ja tausend Fuß betragen kann, gehen in den untern Theilen oft mehrere Meilen Lauf auf einen Fuß Fall. Bei sehr starkem Gefälle entstehen Stromschnellen, bei noch stärkeren Wasserfälle, deren man sogar völlig senkrechte antrifft. In einigen Flüssen kommen aber auch im mittlern und selbst im untern Laufe noch Wasserfälle vor, welche die Schifffahrt unterbrechen.

Ein sehr geringes oder ganz mangelndes Gefälle (denn viele Flüsse sind vor ihrer Mündung auf einige Meilen schon völlig meeresgleich) bewirkt dagegen ein langsames Fließen, was durch Winde und die vom Meere hineindringenden Fluthwellen auch gänzlich gehemmt (gestaut)

*) Dahin gehören z. B. Rhone und Ebro im obern Theile ihres Laufes, so wie mehrere Arme größerer Flüsse. Ein solcher unterirdischer Donauarm scheint in den Neusiedler See zu münden.

werden kann. Das Zusammenstoßen eines ins Meer sich ergießenden Stromes mit der vom Meere herandrängenden Fluth bewirkt Barren (Wasserberge, die sich mit großer Schnelligkeit längs dem Ufer fortwälzen und alles was ihnen entgegensteht, zerstören).

In tropischen Gegenden treten die meisten Flüsse periodisch über ihre Ufer und überschwemmen die benachbarten Strecken; in andern Erdgegenden sind solche Ueberschwemmungen nicht regelmäßig, sondern hängen von ungewöhnlich heftigen Regengüssen, plötzlichem Schmelzen des Schnees in den Gebirgen und dergleichen ab. In den gemäßigten Klimaten ist das Frühjahr die Zeit, wo die meisten Ueberschwemmungen zu befürchten sind: in tropischen Gegenden ist es regelmäßig die Zeit, welche auf die periodischen Regen folgt.

§. 86.

Da in den höhern Luftgegenden durchschnittlich eine größere Kälte, verbunden mit einem geringen Unterschiede der Jahreszeiten, herrscht als in den tiefern, so erscheinen die Niederschläge, welche sich unten als Regen zeigen, oben meistens als Schnee. Da nun auf den höchsten Bergen der Schnee gar nicht oder doch in viel zu geringer Menge schmelzen kann, so würde er sich immer mehr und gleichsam ins Unendliche anhäufen, wenn nicht theils die heftigen Stürme ihn wegführten, theils bei sehr großer Anhäufung seiner eignen Last ihn herabdrückten. Es entstehen auf diese Weise die Gletscher, die sich in die Thäler hinabschieben, bis zuletzt die Kraft der Sonne stark genug ist sie aufzulösen.

Die Abschüssigkeit des Bodens, auf welchem die Gletscher auflagern, erklärt wohl hinreichend dieses Vorrücken, zumal die Reibung bei der glatten und feuchten Beschaffenheit der

untern aufliegenden Fläche nicht stark seyn kann. Sie schieben gewöhnlich eine Menge Steingeröll vor sich her das sie unterwegs losgerissen und zertrümmert haben. So langsam dieß Vorrücken im Ganzen auch geschieht, da zwei Fuß in 24 Stunden schon viel ist, so verursacht doch die ungeheure Masse einen so unwiderstehlichen Druck, daß die stärksten Bäume entwurzelt und Häuser zusammengedrückt und vom Boden weggerissen werden. Schon manchen Ortschaften haben die Gletscher den Untergang gebracht.

Wenn der Boden, über welchen ein Gletscher sich herabschiebt, nach unten zu steiler wird, so entstehen da, wo die größere Steilheit beginnt, in der unbiegsamen Masse Spalten, die oben auseinander klaffen, und deren Bildung durch ein schreckliches Krachen bezeichnet wird. Diese Spalten füllen sich mit der Zeit wieder durch hereindringendes Wasser, welches durch sein Gefrieren sie wieder schließt. Doch kann auch eine solche Zerspaltung das plötzliche Losreißen und Herabstürzen einer großen Masse von Eis und Schnee bewirken; und ebenso reißen Stürme Schneeklumpen los, die sich im Herabrollen ungemein vergrößern und sehr gefährlich werden können (Lawinen).

In den Schweizergebirgen, deren Gestaltung, Höhe und geographische Lage die Bildung der Gletscher mehr als irgend ein andres begünstigt, und wo man seit langer Zeit hinreichend genaue und zuverlässige Nachrichten über die Veränderungen, welche sich in den Gebirgen ereignet haben, besitzt, ist ein wenn gleich langsames, doch unverkennbares Wachsen der Gletscher seit mehreren Jahrhunderten bemerkt worden. Alte Pässe sind ungangbar geworden, Ortschaften erdrückt und vernichtet, ja ganze Thäler durch Eis verstopft worden, in denen früher ein

Bach floß und Vegetation bestand. Die von Zeit zu Zeit eintretende Verminderung durch heiße und lang andauernde Sommer ist nicht im Stande gewesen, der Vermehrung das Gleichgewicht zu halten, und viele Gletscher sind schon auf einen Punkt gelangt, wo sie sich gleichsam im Maximo befinden und wegen Lokalhindernissen nicht weiter wachsen können. Diese im Ganzen den Anwohnern unerfreuliche Erscheinung darf indeß nicht auf ein Kälterwerden des Klima's bezogen werden, wiewohl umgekehrt sich nicht läugnen läßt, daß der vorrückende Gletscher die Temperatur der Orte, denen er sich nähert, vermindert. In Zeiten, welche der Epoche der Erhebung dieser Gebirge näher lagen, hatte wohl der Boden noch so viel ursprüngliche innere Wärme behalten, daß erst nach sehr geraumer Zeit die Gipfel sich mit ewigem Schnee bedecken konnten, und dieser mußte dann ebenfalls eine große Höhe erreichen (man schätzt die Dicke der Schneeschichten auf den Hochgipfeln des Montblanc, Monte Rosa u. a. gegen 250—300 Fuß), was nur im Laufe vieler Jahrhunderte geschehen konnte, ehe die ersten Spuren einer Gletscherbildung sich zeigten. So darf man wohl nicht befürchten, daß die Gletscher einst das ganze Gebirg mit allen seinen Thälern in ein starrendes Eisfeld verwandeln würden, aber gleichwohl wird der Fleiß des Menschen nicht unterlassen dürfen, die Gletscher künstlich zu vermindern, wie bereits durch absichtliche Abtrennung einzelner Theile derselben versucht worden ist.

Diese Gletscher sind nun die Reservoirs, aus denen fortwährend die Bäche und Flüsse gespeist werden, und dadurch von unschätzbarem Werthe für einen ungleich größern Landstrich, als den, welcher ihre unmitelbare Wirkung in der Nähe empfindet. Dem untersten am weitesten

vorgeschobenen Theile entquillt ein Bach, der sich, auf dem Grunde des Thales angelangt, mit den aus andern Gletschern entquollenen Bächen zu einem Flusse vereinigt und in die Ebene hinausströmt.

§. 87.

Die größten Ströme und Stromsysteme der Erde enthalten die sibirischen, chinesischen und amerikanischen Tiefländer. 500 Meilen in grader Linie gemessen, scheint das äußerste zu seyn, was ein Strom der Erde erreicht, also etwa der 11te Theil ihres Anfangs.

Der größte Strom ist der Maranon,* auch Amazonenstrom genannt, in Südamerika von W nach O fließend. Sein Stromgebiet umfaßt etwa den 100sten Theil der ganzen Erdoberfläche. Viele seiner Nebenflüsse übertreffen die größten Ströme Europas an Länge und mehr noch an Wasserreichthum. Ungeheure Wälder umgeben ihn, und die heftigen Regen, denen diese Gegenden anhaltend unterworfen sind (es gibt dort Länder, die zwei trockene und zehn Regenmonate zählen) erhalten diese ungeheure Masse des Wassers. Schon gegen 100 Meilen vor seiner Mündung ist das eine Ufer nicht mehr vom andern zu erblicken. An seiner Mündung ist er 10 — 12 Meilen breit und theilt sich in zwei Arme, die eine große Insel umschließen.

Der Plata ist der zweite große Strom Südamerikas, an Breite dem Maranon ziemlich gleich. Eigentlich sind es drei große Ströme, die sich etwa 50 Meilen vor der Mündung vereinigen.

* Den Namen erklärt man durch mare o non? wie die ersten Entdecker (die Spanier unter Orellan im Anfang des 16ten Jahrhunderts) sich verwundert über die ungeheure Breite des Stromes gefragt haben sollen.

Nordamerikas größter Strom ist der Mississippi und der mit ihm sich vereinigende Missouri, dessen Gebiet sich von den Felsengebirgen im Westen bis zu den Alleghanys im Osten erstreckt.

Asien hat im Norden drei große Ströme: den Obi, Jenisei und Lena, die sich ins Eismeer ergießen und einen großen Theil des Jahres hindurch mit Eis bedeckt sind. Sie entspringen dem Nordrande des asiatischen Hochlandes.

Im Osten finden sich ebenfalls drei große Ströme: Der Amur, Hoangho und Jantsekiang, die beiden letztern auch gelber und blauer Fluß genannt. Sie entspringen dem östlichen Theile des Hochlandes.

Dem südlichen Rande entspringen ebenfalls mehrere große Flüsse, deren Lauf aber zum Theil noch sehr unbekannt ist: der Cambodia, Irawaddi, Buremputer und Ganges. Namentlich der letztere nimmt eine ungemeine Anzahl anderer Flüsse auf, wodurch diese heiße Gegend trefflich bewässert und zur fruchtbarsten des ganzen Erdbodens gemacht wird.

Dem westlichen Rande des Hochlandes entquellen nur Ströme, die im Vergleich zu den oben genannten zum zweiten oder dritten Range gerechnet werden müssen und die das Meer nicht erreichen, sondern dem kaspischen und Aral-See zuziehen.

Der Euphrat, der größte Strom Westasiens, entspringt nächst dem Tigris, der sich mit ihm vereinigt, dem armenischen Plateau.

Afrikas Ströme sind zwar zum Theil von bedeutender Länge, an Wasserreichthum jedoch nicht mit denen Asiens und noch weniger Amerikas zu vergleichen. Die größten sind: 1) der Nil, der nur in seinem obern Theile

Nebenflüsse in sich aufnimmt, sich sodann durch weite Wüsten hindurch windet und endlich das Tiefland Aegypten erreicht, welches er periodisch bewässert und es so fruchtbar macht. Dieser einzige Strom Aegyptens hat das Land gleichsam erst geschaffen, denn namentlich Unterägypten besteht nur aus Nilschlamm, der sich nach und nach bis über den Meeresboden erhöhte. 2) der Niger, erst seit Kurzem genauer bekannt, der sich nach einem stark gewundenen Laufe in den guineischen Meerbusen ergießt. Von den übrigen, nicht sehr zahlreichen Strömen Afrika's gehört keiner zum ersten Range.

Europa's größte Ströme kommen ebenfalls den asiatischen und amerikanischen in keiner Beziehung gleich. Der größte ist die Wolga, die aber das Meer nicht erreicht, sondern in den kaspischen See sich ergießt. Nächst ihm nimmt das schwarze Meer die größten europäischen Ströme (Donau, Dnepr, Don) auf; in das atlantische und mittelländische Meer fallen nur Ströme, deren längster etwa 100 bis 150 Meilen in gerader Linie halten. Doch sind sie wasserreicher als die Ströme in Afrika.

Der australische Continent hat uns noch keinen einzigen Strom von Bedeutung gezeigt.

§. 88.

Die Atmosphäre der Erde (von ἀτμός Dampf und σφαῖρα Kugel) umgiebt sie rings herum bis zu einer noch nicht genau bekannten Höhe und besteht aus einer dünnen elastischen Flüssigkeit (atmosphärische Luft). Sie begleitet die Erde auf allen ihren Bewegungen, macht auch die tägliche Rotation derselben mit und muß demnach als ein eigenthümlich zu ihr gehörender Theil angesehen werden.

Diese Luft ist kein Element, wie man früher annahm, sondern eine innig verbundene Mischung zweier Gasarten, des Sauerstoffes (Oxygen) und Stickstoffes (Azot). Beide Gasarten sind in dem konstanten Verhältniß 21 : 79 mit einander verbunden. Der Sauerstoff allein ist es, der die Luft einathembar macht; im Stickstoff, wie in jeder andern Gasart, würde der Mensch und alle Geschöpfe der Erde nach sehr kurzer Zeit ersticken. Das quantitative Verhältniß dieser beiden Gasarten ändert sich in der Natur nie, selbst die Ausdünstungen vieler in einem engen Raum befindlichen Personen ändern es gar nicht oder äußerst wenig und nur die Kunst vermag ein anderes Mischungsverhältniß an die Stelle des obigen zu setzen.

Auch Wasserstoffgas, Kohlensäure und andere Gasarten nebst Wasserdämpfen, kommen in der atmosphärischen Luft vor, aber in geringereren und unbestimmten Quantitäten. Ungesund wird eine Luft hauptsächlich durch den größern Antheil an Kohlensäure (der mittlere ist etwa $\frac{1}{1000}$ der ganzen Atmosphäre) während man früher irriger Weise glaubte, der Sauerstoffgehalt sey vermindert. Das Wasserstoffgas ist in noch geringerer Menge vorhanden, nur um die Krater der Vulkane herum ist es häufiger. Die specifischen Gewichte dieser Gasarten, wenn die atmosphärische Luft = 1000 gesetzt wird, sind:

Sauerstoffgas 1107
Stickstoffgas 971
Kohlensaures Gas 1524
Wasserstoffgas 71

Bei dieser großen Verschiedenheit der specifischen Gewichte ist es auffallend, daß die höchsten Regionen, welche man bisher (Gay Lussac im Luftballon) erreicht hat,

dasselbe Mischungsverhältniß zeigen, wie die untersten Schichten. Nur über dem Meere findet sich keine, oder doch äußerst wenig Kohlensäure, weil das Wasser sie absorbirt.

Die Luft und alle Gasarten sind elastisch und durchsichtig, und beides in höherem Grade als alle andern bekannten Körper der Erde. Auch ist die Luft, obwohl im mittleren Dichtigkeitszustande 900 mal leichter als Wasser, doch den Gesetzen der Schwere unterworfen und kein Imponderabile, wie das elektrische und magnetische Fluidum und andere angenommene Materien. Die Durchsichtigkeit der Luft ist nicht absolut; wir sehen die Gegenstände auf hohen Bergen weit schärfer als unten, und in der Richtung nach dem Horizont zu schwächer und unbestimmter, als in einer dem Zenith näher kommenden.

§. 89.

Mariotte hat folgendes, durch alle späteren Versuche bewährt gefundenes Gesetz für den Druck der Luft aufgestellt:

Der Druck, den eine Luftmasse auf eine Fläche ausübt, verhält sich wie die Dichtigkeit der Luft da, wo sie die Fläche berührt.

Bezeichnen wir also die Dichtigkeit einer gegebenen Luftmasse durch S, den Druck (pressio) durch p, so ist jederzeit

$$p = k s$$

wo k eine Constante bedeutet.

Würde die Luft nicht von der Erde zurückgehalten, so würde sie sich nach allen Seiten gleichmäßig ausdehnen. Vermöge der Schwere aber muß sie unten dichter seyn und einen stärkeren Druck empfinden, der Druck ist also eine Funktion der Höhe über der Erdfläche h. Nennen wir also die Kraft der Schwere G, so haben wir die Relation

$$d p = - s G . d h.*$$

Die Schwere ist nun aber selbst von der Höhe abhängig, denn ist der Erdhalbmesser r und die Schwere an der Erdoberfläche g, so haben wir

$$G : g = \frac{1}{(r + h)^2} : \frac{1}{r^2},$$

folglich

$$G = \frac{g r^2}{(r + h)^2}$$

und daher

$$\frac{dp}{s} = - \frac{g r^2}{(r + h)^2} dh$$

Da aber $p = ks$, so hat man $\frac{dp}{s} = k . \frac{dp}{p}$ und also auch

$$k \int \frac{dp}{p} = - gr.^2 \int \frac{d h}{(r + h)^2}$$

Integrirt man wirklich, so wird erhalten

$$k \log. nat. p' = C + \frac{gr^2}{(r + h)}$$

Die Constante C muß nun so angenommen werden, daß an der Erdoberfläche, wo $h = o$ ist, und der Druck durch p, bezeichnet werden möge, den Gleichungen $p = p$, und $h = o$ Genüge geleistet werde.

Es geschieht dieß nun durch

$$k \log. nat. p' = C + gr;$$

und wenn man von dieser Gleichung die vorige abzieht, so hat man

$$k (\log. nat. p' - \log. nat. p) = gr - \frac{gr^2}{r + h}$$

welche man auch schreiben kann

$$\log. nat. \frac{p'}{p} = \frac{g}{k} . \frac{r h}{r + h}$$

Betrachtet man also, was bei geringen Höhendifferenzen gestattet ist, den Ausdruck

* Das negative Vorzeichen kommt daher, weil die Schwere G die Höhe zu vermindern strebt.

$$\frac{g}{k} \cdot \frac{r}{r+h}$$

als konstant, so folgt daß log. $\frac{p'}{p}$ dem h proportional ist.

Setzt man also statt des Ausdrucks $\frac{g}{k} \cdot \frac{r}{r+h}$ der Abkürzung wegen b′ so hat man

$$(1).\quad \text{log. nat.}\ \frac{p'}{p} = b.\ h$$

und es ist nun die Constante b durch Beobachtungen zu bestimmen. Die Logarithmen des Ausdruckes sind indeß hyperbolische, wie es die Natur der Integration mit sich bringt, um sie auf briggische zu bringen, muß man noch mit dem Modul der letztern m = 0,4342944 multipliciren. Alsdann erhält man log. brigg. $\frac{p'}{p}$ = mb. h, wofür wir setzen wollen

$$(2).\quad \text{log. } p' - \text{log. } p = b'\ h.$$

§. 90.

Das Instrument welches zum Messen des Luftdrucks p dient, ist das Barometer, und es ist klar, daß wenn die Constante b′ durch Versuche bestimmt ist, die Höhe des Ortes, wo der Druck p beobachtet worden, über denjenigen, wo man p′ beobachtet hat, gefunden werden kann. Hierauf nun gründen sich die barometrischen Höhentafeln, die man in verschiedenen Werken, am vollständigsten und ausführlichsten in Schumachers astronomischem Jahrbuch (seit 1836) findet.

Das Barometer besteht aus einer oben geschlossenen und luftleeren Glasröhre, in welche durch den Druck der Luft eine Flüssigkeit bis zu einer gewissen, dem Druck proportionalen Höhe steigt. Man wählt die schwerste aller

bekannten natürlichen Flüssigkeiten, Quecksilber, welches durch den Druck an der Erdfläche durchschnittlich 28 Par. Zoll in der Röhre hinaufgetrieben wird. Wählt man z. B. Wasser, so würde man eine Röhre von 32 Fuß und darüber bedürfen; auch würde Wasser in den meisten Klimaten dem Gefrieren ausgesetzt seyn, während Quecksilber erst bei einer nur selten und an wenigen Erdorten vorkommenden Temperatur (— 32° R.) gefriert.

Indeß ist bei Bestimmung der Höhen durch das Barometer noch manches zu berücksichtigen. Sein Stand ist nämlich überall veränderlich, und diese Veränderungen sind nur zum geringeren Theile so beschaffen, daß sie von bestimmten Perioden abhängen und sich also vorausbestimmen lassen; die meisten sind in Bezug auf unsere Formeln eben so zufällig, als die Witterungsveränderungen, mit denen sie auch in genauem Zusammenhange stehen. Selbst der an zwei entlegenen, in gleicher Höhe (z. B. an der Meeresküste) gelegenen Orten aus vieljährigen Beobachtungen abgeleitete mittlere Barometerstand ist keineswegs gleich, sondern, wie die Erfahrung lehrt, bis zu ½ Zoll verschieden.

Um den hierin liegenden Anomalien, welche, wenn man sie ganz unberücksichtigt ließe, Fehler von einigen tausend Fuß in den zu bestimmenden Höhen erzeugen könnten, möglichst wenig Einfluß zu lassen, mache man sich zur Regel:

1) nur Orte, welche nicht zu weit auseinander liegen, barometrisch mit einander zu vergleichen;

2) die Beobachtungen an beiden Orten durchaus gleichzeitig zu machen (wozu also 2 Beobachter mit 2 übereinstimmenden und zu diesem Zweck genau verglichenen Instrumenten gehören) und diese Beobachtungen mehrmals bei verschiedenen Luft- und Temperaturzuständen zu wiederholen;

3) Beobachtungen bei Sonnen Auf- und Untergang auszuschließen und sich nur der Mittags- oder doch dieser nahe liegenden Beobachtungen zu bedienen.

§. 91.

Außer diesen Vorsichtsmaßregeln, die zur möglichsten Beseitigung der der Rechnung sich entziehenden Einflüsse dienen, muß man nun aber auch die, welche einem genauen oder doch näherungsweise auszuführenden Calcul unterworfen sind, in Betrachtung ziehen, und zu dem Ende

α) die Temperatur des Quecksilbers im Barometer,

β) die Temperatur der im Schatten befindlichen Luft beobachten;

γ) die geographische Breite in Betracht ziehen und zwar für beide zu vergleichende Orte.

Die Temperatur des Quecksilbers muß bekannt seyn, weil durch sie eine vom Luftdruck unabhängige Veränderung des Volumens aller Materien und also auch des Quecksilbers bewirkt wird. Man muß also den Stand des Barometers dieser Veränderung gemäß corrigiren.

Die Temperatur der Luft muß bekannt seyn, weil der Faktor b′, den wir in der obigen allgemeinen Betrachtung als constant angenommen haben, durch eine veränderte Lufttemperatur gleichfalls verändert wird. Für die Temperatur der zwischen beiden Beobachtungsorten liegenden Luftschichte nimmt man sodann das Mittel aus der an beiden Stationen beobachteten an.

Die geographische Breite endlich ändert, wie bereits §. 47 und 48 erwähnt worden, die Schwere und damit den davon abhängenden Druck. Diese Veränderung ist aber gering und es genügt selbst für bedeutende Höhen, die Breite in Graden zu kennen.

Mit Berücksichtigung dieser Vorsichtsmaßregeln und Korrektionen kann man im Allgemeinen annehmen, daß man Höhen von nicht zu beträchtlicher Differenz bis auf 15—20 Fuß Unsicherheit (in günstigen Fällen bei sehr nahe gelegenen Punkten auch noch beträchtlich genauer) bestimmen könne.

Bessel hat auch auf den in der Luft befindlichen Wasserdampf bei barometrischen Höhenmessungen Rücksicht genommen, und gezeigt, wie man die Angaben des befeuchteten Thermometers benutzen könne, um noch eine Korrektion anzubringen, die in manchen Fällen nicht unbeträchtlich werden kann.

§. 92.

Der in §. 91 erwähnte Zusammenhang der Barometerstände mit der Witterung ist ein noch bei weitem nicht ganz erledigter Gegenstand der Meteorologie, der auch, da jedes Klima, jede Erdgegend hierin verschiedene Verhältnisse zeigt, zu den schwierigsten gehört und nur durch sehr beharrlich fortgesetzte Beobachtungen zu ermitteln möglich ist. Folgende Regeln sind von allgemeiner oder doch überwiegender Gültigkeit:

1) In den Tropengegenden und den mittleren Breiten hat das Barometer an der Meeresküste ziemlich allgemein übereinstimmend den mittleren Stand 338 Par. Linien für + 10° R Quecksilberwärme. In Breiten über 45° nimmt diese Höhe ab, jedoch scheint eine konstante Abnahme bis zu den Polen hin nicht stattzufinden, eben so wenig als unter gleicher Breite überall ein gleicher Barometerstand für das Niveau des Meeres gefunden wird. Die niedrigsten Barometermittel gehören den Sturmregionen der Erde, die in der Nähe der Polarkreise liegen, an: in der nördlichen Halbkugel Island, in der südlichen Cap Horn.

2) Mit der wachsenden Breite nehmen die unregelmäßigen Variationen des Barometers (d. h. die an keine feste Periode geknüpften) zu, und zwar in einem außerordentlich starken Verhältnisse von 1 bis 2 Linien am Aequator bis zu 3 Zollen in den hochnordischen Sturmklimaten.

3) In denjenigen Erdgegenden, wo sich Winter und Sommer unterscheiden, sind diese unregelmäßigen Variationen im Winter 2 bis 3 mal stärker als im Sommer.

4) Ein großer Theil dieser unregelmäßigen Variationen hängt vom Winde ab, und zwar sind im mittlern Europa die Südwinde diejenigen, welche dem tiefsten, die Nordostwinde dagegen die, welche dem höchsten Barometerstande entsprechen.

5) Wenn die Luft Neigung zu Niederschlägen, besonders zu Gewittern zeigt, pflegt das Barometer zu fallen; bloß neblige Luft pflegt häufiger das Gegentheil, also ein Steigen, zu bewirken. Die tiefsten Barometerstände gehören heftigen Stürmen an, wenn sie nämlich von derjenigen Seite kommen, die überhaupt tiefere Stände bewirkt.

6) Die regelmäßigen Variationen des Barometers sind an eine jährliche und an eine tägliche Periode geknüpft. Die jährliche zeigt sich in den Tropengegenden der Art, daß den wärmern Monaten die niedrigen Barometerstände angehören; in höhern Breiten nehmen diese Unterschiede mehr und mehr ab und verlieren an Regelmäßigkeit.

7) Die tägliche Periode zeigt sich unter den Tropen in der Art, daß etwa um 4 Uhr Morgens ein Minimum, um 9 oder 10 ein Maximum, um 4 Uhr Nachmittags ein zweites Minimum und etwa um 11 Uhr Nachts ein Maximum sich zeigt. Der Unterschied beträgt dort $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Linie,

in höhern Breiten bleiben zwar die Zeitmomente nahe dieselben, aber die Unterschiede vermindern sich beträchtlich und werden zugleich nach den Jahreszeiten verschieden, so daß sie im Winter geringer als im Sommer sind.

Diese Abnahme der regelmäßigen Aenderungen, verbunden mit der großen Zunahme der unregelmäßigen, bewirkt, daß während man unter den Tropen die tägliche Periode aus den Beobachtungen jedes Tages erkennen kann, in höhern Breiten oft ganze Monate nichts davon bemerken lassen und mehrere Jahre dazu gehören, sie nach ihren Coefficienten festzustellen.

Der Zusammenhang des Barometers mit den Veränderungen, die in der Atmosphäre vorgehen, und der Umstand, daß man die Variationen des Barometers unmittelbar bemerkt, die atmosphärische aber größtentheils erst mittelbar durch ihr in die Augen fallendes Resultat (Regen, Sturm, Aufheiterung) wahrnimmt, ist Veranlassung geworden, das Barometer zur Voranzeige des Wetters zu benutzen. Wiewohl nun dieser Gebrauch unter den gehörigen Einschränkungen nicht grade zu verwerfen ist, so kann doch eine sichere Vorausverkündigung des Wetters nie vom Barometer erwartet werden, und es ist eine irrige Ansicht, dieß Instrument, was zu den trefflichsten und lehrreichsten der gesammten Physik gehört, deßhalb anklagen zu wollen. Das Nichteintreffen einer erwarteten Witterung ist keinem Fehler des Barometers, sondern nur einer fehlerhaften Ansicht von dem, was das Barometer zu leisten hat, zuzuschreiben.

Ein Fallen oder Steigen des Barometers erstreckt sich meistens über einen beträchtlichen Theil der Erde, nicht selten z. B. über ganz Mitteleuropa, während Witterungs-

erscheinungen bei weitem mehr lokal sind. Es ist gewiß ein höchst seltener Fall, daß es z. B. in ganz Deutschland gleichzeitig regne, während es völlig zur Tagesordnung gehört, daß das Barometer in ganz Deutschland in gleichem Sinne (wenn auch an einzelnen Punkten stärker als an andern) variire. Hierin allein würde schon ein Grund liegen, die Gewißheit der Voranzeigen durch das Barometer illusorisch zu machen, auch wenn keine andern vorhanden wären.

Wer sich gewöhnt, das Klima eines Landes in der Natur selbst und an den meteorologischen Instrumenten gleichzeitig zu beachten, wird bei einiger Aufmerksamkeit sich die für dieses Klima passenden Regeln abstrahiren und zugleich den Grad der Wahrscheinlichkeit dieser Regeln beurtheilen können.

§. 93.

Die Atmosphäre ist durchsichtig, und zwar in höherm Grade als irgend ein andrer flüssiger oder fester Körper der Erde, doch wirft sie auch einige Strahlen zurück und verursacht auf diese Weise die Dämmerung, wodurch Gegenden, unter deren Horizont die Sonne steht, noch etwas Licht erhalten. Aus der Dauer dieser Dämmerung hat man die Höhe der Atmosphäre, d. h. desjenigen Theiles derselben, der noch hinreichend Licht zurückzuwerfen im Stande ist, zu etwa 10 Meilen bestimmt.

Die Lichtstrahlen werden aber von der Luft nicht bloß zurückgeworfen, sondern auch beim Durchgange durch dieselben gebrochen, d. h. von ihrem Wege abgelenkt. Diese Brechung (Refraktion) findet ganz allgemein statt, wo ein Lichtstrahl aus einem durchsichtigen Medium in ein andres von verschiedener Dichtigkeit übergeht.

Man denke sich eine Ebene, welche die Grenze zwischen zwei durchsichtigen Materien bildet, und in dem Punkte derselben, wo ein Lichtstrahl sie trifft, eine Normale auf dieselbe gezogen. Der Winkel, welchen der einfallende Lichtstrahl mit dieser Normale macht, heißt der Einfallswinkel. Der Lichtstrahl wird nun in der Ebene, welche durch die Normale in die Einfallsrichtung gelegt werden kann, bleiben, aber der Winkel, den er im Fortgange durch die andre Materie mit der Normale bildet, wird von dem Einfallswinkel verschieden seyn: man nennt ihn den gebrochenen Winkel, und den Unterschied zwischen dem Einfalls- und gebrochenen Winkel die Brechung.

Geht der Strahl aus einem dünneren durchsichtigen Mittel in ein dichteres über, so ist der gebrochene Winkel kleiner als der Einfallswinkel, in umgekehrtem Falle aber größer.

Es geht z. B. der Strahl aus Luft in Wasser, aus Wasser in Glas, aus Luft in Glas über, so erfolgt eine Brechung, bei welcher der gebrochene Winkel kleiner als der Einfallswinkel ist. Man lege eine Münze in ein mit Wasser gefülltes Glas oder tauche einen Stab zum Theil ins Wasser, so wird man die Refraktion der Wirkung wahrnehmen.

Ein gleiches wird nun auch erfolgen, wenn der Lichtstrahl aus dem luftleeren Weltenraum in die Atmosphäre der Erde tritt, und daß die Brechung hier nicht auf einmal und in einem Punkte, sondern wegen der stetigen Zunahme der Luftdichtigkeit von oben nach unten hin ebenfalls allmählig und in allen Punkten erfolgt, so daß der Weg des Lichtstrahls durch die Atmosphäre eine Curve ist, und die Größe der Brechung in jedem Punkte desselben gleich ist dem Winkel, welche die Tangente dieser Curve mit dem ursprünglichen

einfallenden Strahle bildet. Die Normale ist in diesem Falle die Scheitellinie, und der Einfalls- wie der gebrochene Winkel Zenithdistanzen (§. 4), ersterer die wahre, letzterer die scheinbare.

Für die gleichen brechende Medien hat der Sinus des Einfallswinkel zum Sinus des gebrochenen Winkels stets dasselbe Verhältniß, und man nennt die Zahl, welche dieses Verhältniß ausdrückt, den Brechungs-Coefficienten für diese Medien. Es folgt hieraus, daß die Brechung mit der Zenithdistanz selbst zunimmt, daß sie im Scheitelpunkte selbst gleich Null, und im Horizont am größten sey.

Mit einer Veränderung der Luftdichtigkeit muß sich also auch der Brechungs-Coefficient ändern, und da die Luftdichtigkeit sowohl durch eine veränderte Elasticität, als auch durch eine veränderte Temperatur zu- und abnehmen kann, so müssen beide Ursachen in Betracht gezogen werden. Erstere wird durch das Barometer, letztere durch das Thermometer angezeigt, und so hat man drei Argumente der Refraktion:

1) die Zenithdistanz des Objekts (Gestirnes),
2) der Barometerstand,
3) der Thermometerstand.

Die Refraktion nimmt vom Zenith bis zu 40° oder 45° Abstand hin langsam und ziemlich gleichförmig etwa um 1″,2 für jeden Grad, zu, von da ab aber immer schneller, so daß sie bei 45° etwa 59″, bei 70° schon 3′, bei 80° gegen 7′, bei 90° oder im Horizont selbst 36′ beträgt (bei 28 Zoll Barometer- und 0° Thermometerstand).

Durch diese astronomische Refraktion werden alle Gestirne scheinbar dem Zenith näher gerückt; alle Distanzen, am meisten die vertikalen, verkleinert; die Aufgänge beschleunigt

und die Untergänge verzögert; die Gestalt der Sonne und des Mondes in der Nähe des Horizonts aus einer kreisförmigen in eine elliptische verwandelt.

Da die verschiedenen Farben, in welche der einzelne Lichtstrahl bei der Brechung sich spaltet, auch etwas verschiedne Brechungs-Coefficienten haben, so erblickt man da, wo die Brechung stark genug ist, in der Nähe des Horizonts, auch bei sonst farblosen Gestirnen diese Farben, namentlich die rothe, daher auch der Ursprung der Morgen- und Abendröthen.

Auch nichtastronomische, unserm Erdkörper und seinem Luftkreise angehörende Objekte sind den Wirkungen der Refraktion unterworfen, nur daß hier der Lichtstrahl nicht aus den luftleeren Welträumen zu uns gelangt, sondern nur aus einer Luftschichte von verschiedener Dichtigkeit mit derjenigen, in welcher wir uns befinden. Man nennt diese Wirkung der Brechung im Gegensatz zur astronomischen Refraktion die terrestrische. Wie in jener wird auch in dieser der Weg des Lichtstrahls gegen die Erde zu concav seyn, und die Objekte scheinbar erhöhen; daher Bergspitzen und Thürme, die bei einem gradlinigten Wege des Lichtstrahls uns unter dem Horizont verborgen seyn würden, durch die terrestrische Refraktion über denselben emporgehoben und uns folglich sichtbar werden können.

Für die terrestrische Refraktion hat man noch keine so bestimmten Gesetze, wie für die astronomische, aufzustellen vermocht. Sie ist nach den Jahres- und Tageszeiten veränderlich, und zeigt besonders Morgens und Abends sehr starke Unregelmäßigkeiten. Wenn man bei geodätischen Messungen, ohne sie selbst genau zu kennen, doch ihren Einfluß auf Höhenbestimmungen vermeiden will, so muß man gegenseitige und gleichzeitige Beobachtungen machen.

Will man nämlich die Höhe des Punktes B über dem Punkte A erfahren, so beobachte man B von A und gleichzeitig A von B aus. Die terrestrische Refraktion wird beiden Beobachtern die Objekte hinaufrücken, aber beiden gleichviel, wenn sie zu gleicher Zeit beobachten, und folglich wird der Höhenunterschied beider Orte richtig gefunden.

Die Unregelmäßigkeiten der terrestrischen Refraktion können bei sehr großen und ungewöhnlichen Wärmedifferenzen der verschiedenen Luftschichten allerlei täuschende Erscheinungen hervorbringen, die man unter dem Namen Kimmung, Luftspiegelung (Mirage, Fata Morgana) begreift. Im Horizont erscheinende Landstriche werden gleichsam dem Boden oder dem Meeresspiegel enthoben und in die Lüfte hinaufgerückt; Berghänge, Bäume, Thürme, Masten erscheinen auf das doppelte und dreifache verlängert, auch wohl ein in natürlicher Lage und Gestalt erscheinendes Objekt in umgekehrter Richtung nach oben hin abgespiegelt;* oder der Gesichtskreis erweitert sich, und entfernte Gegenstände erscheinen weit näher und deutlicher, ja man glaubt solche zu sehen, die gar nicht vorhanden sind, namentlich Mauern und Thürme, was durch die starken vertikalen Verlängerungen der Objekte zu erklären ist. In heißen Sandwüsten werden die Wandrer oft durch diese Spiegelung irre geleitet, die ihnen in der Ferne Wasserflächen zeigt, welche nicht existiren; eine grausame Täuschung für Verschmachtende.

* Im Sommer des Jahres 1833 sah ich von Arkona aus das Spiegelbild der von dort aus sichtbaren dänischen Insel Moën einen ganzen Tag hindurch aus der Luft herabhängen, und zwar so deutlich und so bestimmt begrenzt als die natürliche Insel selbst. Gegen Abend senkte sich die Spiegelung und die herabhängenden Bergspitzen desselben vereinigten sich mit denen der wirklichen Insel, so daß symmetrische Oeffnungen entstanden, zwischen denen hindurch man den Himmelsgrund erblickte. Der Anblick im Fernrohr änderte nichts in der Lage und Gestalt des Spiegelbildes.

Namentlich zeigt sich diese Spiegelung an Gegenküsten, wie in der Meerenge von Messina oder dem Pas-de-Calais. — Daß auch selbst in dunkler Nacht solche Spiegelungen stattfinden können, davon überzeugte ich mich im Juli 1833 bei Beobachtung von Pulversignalen, die zur Bestimmung der Längendifferenz auf Speilklint, einem Kreidevorgebirg der Insel Moën, abgebrannt wurden. Statt eines einfachen Blitzes erschienen jedesmal zwei, in bestimmter Distanz und Richtung übereinander, und stets der obere ein wenig schwächer als der untere (wirkliche).

Die Erscheinungen der Fata Morgana und die Gesetze der terrestrischen Refraktion überhaupt sind wenig erforscht, und es bleibt hier das Meiste der Zukunft überlassen.

§. 94.

Die Wärme der Luft, so wie der damit zusammenhängenden festen und flüssigen Erdoberfläche, hängt im gegenwärtigen Zustande zunächst und hauptsächlich vom Stande gegen die Sonne ab. Alle regelmäßigen Veränderungen dieser Wärme lassen sich auf die tägliche und jährliche Periode zurückführen, d. h. als Funktionen des Sonnenstandes darstellen: die mitwirkenden Ursachen, in so fern sie veränderlich sind, kennen wir entweder noch gar nicht oder doch nicht so, daß wir über die durch sie bewirkten Veränderungen Rechnung tragen können, wir müssen sie deßhalb eben so wie die Veränderungen des Luftdrucks als zufällige betrachten.

Durch den von der Sonne ausgehenden Lichtstrahl (oder im Sinne der Undulationstheorie durch die von ihr angeregten und bis zur Erde fortgepflanzten Schwingungen des Aethers) wird die in den Körpern ruhende Wärme geweckt und wirksam gemacht, wodurch sie sich auch andern,

vom Strahl der Sonne nicht getroffenen Körpern in geringerm Grade mittheilt. Da zu dieser Wirksamkeit Zeit erfordert wird und die erregte Wärme nicht sofort wieder aufhört, wenn der Lichtstrahl sie nicht mehr trifft, so folgt, daß die Erwärmung in ihren Maximis und Minimis nicht mit denen der Erleuchtung harmoniren kann. Wäre letzteres der Fall, so würde es beim Auf- und Untergang der Sonne gleich warm (weil gleich hell), beim Meridiandurchgange, um 12 Uhr, am wärmsten, und die ganze Nacht hindurch gleichförmig am kältesten seyn. Ferner würde die größte Jahreswärme mit dem längsten, die geringste mit dem kürzesten Tage, endlich die mittlere Jahrestemperatur mit den Aequinoctien zusammenfallen müssen. Dies ist nun auf der Erde nirgends der Fall, wiewohl die Verspätungen nach Jahreszeiten wie nach Klimaten ungleich sind. Die größte Tageswärme zeigt sich im Winter etwa um 1 Uhr, im Sommer zwischen 2 und 3 Uhr Nachmittags; in Gegenden, wo sich die Jahreszeiten wenig unterscheiden, fast durchaus um 2 Uhr. Die geringste Wärme fällt fast überall mit dem Aufgang der Sonne zusammen, oft, besonders im Winter, erfolgt sie erst nach Sonnenaufgang. Dadurch wird die Zeit des Steigens kürzer als die des Fallens, und zwar weniger im Sommer, sehr merklich dagegen im Winter.

Was die Jahreszeiten betrifft, so tritt die größte Wärme in denjenigen Klimaten, wo Winter und Sommer sich bestimmt unterscheiden, 4 bis 5 Wochen nach dem höchsten Sonnenstande ein, und die Verspätung wächst, wenn man sich den Polen nähert. Die größte Kälte dagegen tritt schon etwa 3 Wochen nach dem Wintersolstitio ein; die mittleren Temperaturen etwa 24 Tage nach den Nachtgleichen.

Aus hundertjährigen Beobachtungen des Thermometers in Berlin (von den Gebrüdern Kirch, Gronau, Brand und mir) fand ich

für den kältesten Tag den 10 Januar,

für den wärmsten Tag den 30 Juli.

Für die südliche Halbkugel muß natürlich Januar der wärmste und Juli der kälteste Monat seyn; und da am Aequator beide Verschiedenheiten einander begrenzen, so heben sie sich hier auf. In den Tropengegenden wird überall nur wenig Verschiedenheit der Wärme einzelner Monate wahrgenommen, und die Maxima sind nach der Gestaltung des Landes verschieden. In Gondar z. B. findet sich der Mai als wärmster Monat, auf der Insel Groß-Canaria (wiewohl schon außerhalb der Tropen) der Oktober. –

§. 95.

Die Eigenschaft der Wärme, das Volumen der Körper zu vergrößern, gibt uns ein Mittel an die Hand, sie zu messen. Die einfachste und am allgemeinsten in Anwendung gebrachte Vorrichtung zum Messen der Wärme ist das Thermometer, eine mit einer Kugel verbundene Glasröhre, welche beide (die Röhre jedoch nur zum Theil) mit Quecksilber oder Weingeist angefüllt sind. Wenn die Wärme diese Flüssigkeiten ausdehnt, so werden sie in der Röhre steigen, so wie bei abnehmender Wärme fallen. Die Größe des Steigens und Fallens läßt sich durch eine mit der Röhre verbundene Scala messen, und ihre Theile nennt man die Grade des Thermometers.

Zum Nullpunkt der Theilung wählt man fast allgemein denjenigen Punkt, welchen das Thermometer in schmelzendem Schnee (oder gefrierendem Wasser) zeigt. Man nennt ihn den natürlichen Gefrierpunkt, bezeichnet die von

da ab aufwärts gezählten Grade insbesondere als Wärme und bemerkt sie durch das Zeichen +, die vom Gefrierpunkt abwärts gezählten als Kälte und gibt ihnen das Zeichen —. Um eine feste Bestimmung der Größe der Grade zu erhalten, bemerkt man am Thermometer den Punkt, zu welchem es in den Dämpfen des kochenden Wassers steigt, und den Raum zwischen diesem Siedpunkt und dem Gefrierpunkt theilten Reaumur (einer der ersten, die um die Vervollkommnung des Thermometers sich verdient machten) und De Luc in 80°; Celsius in 100°. Das achtzigtheilige Thermometer ist das gewöhnlichste, und alle in diesem Werke vorkommenden Angaben sind nach ihm bestimmt. Die Kältegrade (Grade unter Null) werden in gleicher Art wie die der Wärme fortgetheilt. — Fahrenheit wählte statt des natürlichen Gefrierpunktes einen künstlichen, nämlich die durch Vermischung von Schnee mit Salz erzeugte Kälte (die nach Reaumur — 14°,2; nach Celsius — 17°,8 ist) zum Nullpunkt; den Siedpunkt bestimmte er wie Reaumur; den Raum zwischen beiden Normalpunkten theilte er aber in 212 Theile, weil er gefunden hatte (womit auch die neuesten Untersuchungen stimmen) daß dieser Raum 0,0212 des ganzen Quecksilbervolumens fasse. So bekam sein künstlicher Kältepunkt 0°, der natürliche des Wassers 32° und der Siedpunkt 212°. Die Engländer gebrauchen dieß Thermometer fast allgemein.*

Folgende vergleichende Scalentabelle kann man sich leicht weiter ausführen:

* Viele andere zum Theil auf ganz falsche Voraussetzungen beruhende Scalen übergehen wir hier, da sie jetzt von keinem Gebrauche mehr sind. Auffallend ist es, daß die Deutschen die Eintheilung eines Franzosen; die Franzosen die eines Schweden (Celsius) und die Engländer die eines Deutschen adoptirt haben und fast ausschließlich gebrauchen.

Reaumur.	Celsius.	Fahrenheit.
+ 80°	+ 100°	+ 212°
+ 60	+ 75	+ 167
+ 40	+ 50	+ 122
+ 20	+ 25	+ 77
0	0	+ 32
— $14\frac{2}{9}$	— $17\frac{7}{9}$	0
— 20	— 25	— 13
— 40	— 50	— 58

§. 96.

Thermometer, welche zur regelmäßigen Beobachtung der Lufttemperatur dienen sollen, müssen gegen Norden vor den Sonnenstrahlen geschützt, nicht in eng umschlossenen Räumen, nicht hart am Boden und ohne unmittelbare Berührung mit Mauern und dergleichen im Freien hängen. Sie müssen eine von der Witterung möglichst wenig angreifbare Scala haben, luftleer seyn und vom Zimmer aus ohne Oeffnung des Fensters beobachtet werden können; ferner muß die Scala und Glasröhre sich mindestens so weit erstrecken, daß sie die äußersten möglicherweise vorkommenden Wärme- und Kältegrade in sich begreifen. — Thermometer zu andern Zwecken z. B. zum chemischen Gebrauch, zur Bestimmung der Boden- oder Quellentemperatur bekommen eine, diesen Zwecken gemäße, verschiedene Einrichtung; mit den chemischen z. B. muß man Wärme- und Kältegrade noch messen können, die nicht auf der Erde im Freien mehr vorkommen.

Da bei — 32° R das Quecksilber gefriert, so kann bei größerer Kälte das Quecksilberthermometer nicht mehr gebraucht werden. Wo demnach eine solche zu erwarten ist, müssen Weingeistthermometer angewandt werden, deren Scala man mit denen eines berichtigten Quecksilberthermometers vergleicht und die Grade dann unterhalb — 32° so fortsetzt, daß sie mit der aus dieser Vergleichung hervorgehenden Theilung übereinstimmen. So kann man jede irgend vorkommende natürliche oder künstliche Kälte bestimmen.

§. 97.

Die höchste auf der Erde im Schatten vorkommende Wärme und Kälte scheinen + 40° und — 40° zu seyn. Zwar sind Beobachtungen vorhanden, welche den einen wie den andern Grad beträchtlich überschreiten (+ 46°R. in Murzuk, — 55° in Nertschinsk); allein wir haben Grund zu vermuthen, daß entweder die Thermometer nicht genau an sich, oder doch unzweckmäßig angebracht waren.

Die Extreme der Temperatur in einzelnen Gegenden sind höchst verschieden. Es gibt Gegenden, wo der größte jährliche Temperaturwechsel nicht 10° erreicht (auf St. Thomas in Westindien sind die Extreme + 16° und + 25°, andere, wo sie 60° übersteigt (Irkuzk in Sibirien — 38° und + 24°.) Im Allgemeinen gelten folgende Regeln:

Am Aequator sind die geringsten, an den Polen die stärksten Temperaturunterschiede. Je weiter vom Aequator, desto schroffer tritt der Unterschied der Jahreszeiten hervor.

Die Temperatur des Meeres (also auch der Inseln und Küsten) ist viel geringeren Veränderungen unterworfen als die des Landes im Innern. Je weiter vom

Meere, desto größere Differenzen der Temperatur. — Sandiger und kalkiger Boden bewirkt größere, Lehm- und Thonboden, sowie Sumpf und Wald, geringere Differenzen. — Die Ostküsten der großen Kontinente zeigen beträchtlich größere Differenzen als die der Breite nach ihnen entsprechenden Westküsten.

Die höhere Lage eines Landes vermindert in etwas die Temperaturdifferenzen; auf Berggipfeln ist sie beträchtlich geringer als im Thal und der Ebene. An der Erdoberfläche sind Temperaturdifferenzen größer als über und unter derselben; in einer Tiefe von 80 Fuß hören die jährlichen Temperaturdifferenzen gänzlich auf.

Das im Vorstehenden über die jährlichen Differenzen Aufgestellte gilt von den täglichen nicht ohne Einschränkung. Nur was über den Gegensatz von Ocean und Kontinent, von Tiefen und Höhen gesagt ist, kann auch hier angewandt werden. Dagegen zeigt sich nicht, daß den Tropengegenden im Allgemeinen ein geringerer Gegensatz von Nacht und Tag zukomme als höheren Breiten; und in sehr hohen ist er entschieden geringer als in mittleren. Im Frühling und Sommer ist er größer als im Herbst und Winter; das Maximum der täglichen Differenzen gehört etwa dem Anfang des Juni, das Minimum der Mitte des Dezembers an. In 4 Fuß Tiefe hören bereits die täglichen Unterschiede der Wärme auf.

Die unregelmäßigen Anomalien sind dagegen im Winter größer als im Sommer. Auf der ganzen Erde sind die Sommer einander viel ähnlicher als die Winter, sowohl wenn man sie nach Klimaten, als nach Jahrgängen zusammenstellt.

§. 98.

Wenn man sämmtliche, möglichst oft innerhalb 24 Stunden angestellten Beobachtungen durch eine Kurve verbindet, in welcher der Gefrierpunkt die konstante Grundlinie bildet; von dieser ab die Kurve quadrirt und durch die verflossene Zeit dividirt, so erhält man die Mitteltemperatur dieser 24 Stunden, also des vollen Tages. Näherungsweise kann man dieß Resultat auch durch Summation der täglichen (durch gleiche Zeiträume von einander getrennten) Beobachtungen und Division durch die Anzahl derselben erhalten. Selbst nur zwei, zu gleichnamigen Stunden angestellte, tägliche Beobachtungen geben nach Humboldt ein Resultat, welches nicht um $1/2$ Grad von der mittleren Temperatur des Tages verschieden ist.

Die Summation sämmtlicher Tagesmittel eines Monats, Jahres u. s. w. und Division durch ihre Anzahl gibt sodann auf ähnliche Weise die Mitteltemperatur dieser größeren Zeiträume.

Wenn man Orte, welche die gleiche Mitteltemperatur haben (bei denen, die in beträchtlicher Höhe über dem Meere liegen, muß man eine Reduktion wegen dieser Höhe vornehmen, worüber weiter unten) auf der Karte mit einander verbindet, so erhält man die sogenannten isothermen Linien, welche Humboldt zuerst in die Geographie eingeführt hat. Sie sind keineswegs mit den Parallelkreisen des Aequators gleichlaufend, sondern vielfach gekrümmt, am meisten in den mittleren Breiten. Von den Westküsten, wo sie am höchsten hinaufbiegen, senken sie sich gegen die Mitte und noch mehr gegen den Osten der Kontinente hinab und erheben sich von den Ostküsten an wieder höher. Ebenso liegen in den mittleren Breiten

die um gleiche Temperaturdifferenzen von einander abstehenden Kurven weit näher zusammen als in geringeren oder höheren.

Ebenso liegen diese Kurven keineswegs koncentrisch um die Pole der Rotation, sondern umschließen im Norden der Erde zwei andere Punkte, deren einer nahe mit der Mündung der Lena, der andere mit den neuentdeckten Inseln im Norden Amerikas zusammenfällt. Wie es im Süden der Erde sich damit verhalte, läßt sich noch nicht bestimmen; vermuthlich aber fällt auch hier der Rotationspol nicht mit dem oder den Kältepolen zusammen.

Wollte man die Linien gleicher Sommerwärme (Isotheren) und die gleicher Winterkälte (Isochimonen) mit einander verbinden, so würden sich noch größere Abweichungen ergeben. Die Isothere von Moskau z. B. durchschneidet das nördliche Italien; die Isochimone dagegen Lappland. Der Sommer von Irkutzk ist so warm als der von Wien, der Winter dieses Ortes hingegen findet kaum irgendwo auf der Erde seines Gleichen an Dauer und Intensität.

Ebenso würde man, wenn man für beide Liniensysteme gleiche Temperaturdifferenzen von einer bis zur andern setzte, ungleich mehr Winter- als Sommerlinien ziehen müssen, erstere etwa von + 28° bis — 25°, letztere von + 30° bis + 10°.

§. 99.

Von der meeresgleichen Oberfläche an nimmt die Mitteltemperatur nach oben etwa um 1 Grad für 600 Fuß ab; doch sind hier sehr große Ausnahmen zu beachten. Die Abnahme nach oben ist im Sommer viel rascher als im Winter, sowie am Tage rascher als in der Nacht. Ja

an kalten und heitern Wintermorgen ist es in der Tiefe kälter als auf mäßigen Höhen von 1000 — 1500 Fuß und erst auf Hochgipfeln wird die gewöhnliche Differenz merklich, während im Sommer, zumal Mittags und Nachmittags, schon ein hohes Gebäude den Unterschied erkennen läßt. Dieß hängt nothwendig mit der oben gemachten Bemerkung zusammen, daß in größern Höhen der Jahres= wie der Tageszeiten=Unterschied geringer wird und endlich (wie unter der Erdoberfläche) ganz aufhören muß.

Von der Oberfläche nach innen zu nimmt dagegen die Mitteltemperatur schon bei 100 Fuß um 1 Grad zu und zwar ist hier nicht, wie bei der Abnahme nach oben, bloß die meeresgleiche Oberfläche zu verstehen, sondern es gilt allgemein von jeder Lokalität. Hat der Gipfel eines 2000 Fuß hohen Berges die Temperatur + 4 und an seinem Fuße herrscht eine von + 8, so wird im Innern des Berges in einer Tiefe, die mit dem Fuße in gleichem Niveau liegt, die Temperatur $+ 4 + \frac{2000}{100} = + 24^0$ seyn. Bei Höhen von 8 — 10000 Fuß kann daher die Hitze in Tiefen, die selbst noch über dem Niveau des Thales liegen, gar wohl den Siedgrad des Wassers erreichen, woher die heißen Quellen zu erklären sind.

§. 100.

Es ist leicht zu erachten, daß die von unsern Erfahrungen (die aufs höchste bis 1 Meile hoch und 2000 Fuß tief sich erstrecken) abstrahirten Regeln nicht bis ins tiefste Innere der Erde gelten können, eben so wenig als die aus dem Mariotteschen Gesetz folgenden ungeheuren Luftdichtigkeiten. Berechnete man z. B. die Wärme des Erdcentrums

nach obiger Formel, so hat man $859 . \frac{22842}{100} = 196327$ Grad, und für die Luftdichtigkeit findet sich gar eine Zahl von 170 Ziffern. Das eine wie das andre ist undenkbar und hebt sich sogar gegenseitig auf; wir können daher das Gesetz nur für die von uns erreichbaren Tiefen gelten lassen. — Auch haben bestimmte Erfahrungen bereits gezeigt, daß verschiedene Erd- und Steinarten einen sehr verschiedenen Koefficienten der Wärmezunahme nach Innen bedingen.

Ebenso ist nun auch leicht einzusehen, daß nach oben hin die Abnahme von 1 Grad für 600 Fuß nicht bis in die unbegrenzten Welträume hinein anwendbar sey. In einer gewissen, von uns noch nicht bestimmbaren Höhe wird vielmehr eine Jahr aus, Jahr ein konstante Kälte herrschen, welche nach oben hin nicht weiter abnimmt. Fourier und Svanberg haben versucht, aus den auf hohen Bergen und bei Luftreisen gemachten Erfahrungen ein nicht auf die Abnahme eines gleichförmigen Kälterwerdens basirtes Gesetz abzuleiten, und sie finden — 40° als Kälte des **Weltraumes**. Diese Kälte wird auch der **Atmosphäre** eine Grenze setzen, welche ihr, wenn das Mariottesche Gesetz durchaus gültig bliebe, gar nicht zukäme, indem sie dann, unendlich verdünnt, sich auch ins Unendliche erstrecken müßte. Die wahrscheinlichste Höhe der Atmosphäre ist etwa 12 geographische Meilen.

§. 101.

Da man nun in jedem Klima der Erde nach der Höhe zu einen Punkt finden muß, in welchem auch im Sommer der Gefrierpunkt des Wassers nicht mehr überschritten wird, so folgt, daß wenn ein Berg in diese Höhe hineinragt, sein Gipfel sämmtliche Niederschläge als Schnee erhalten,

und dieser Schnee auch nie schmelzen werde. Letzteres wird sogar in Höhen, wo die Sommerwärme noch etwas über Null steigt, der Fall seyn müssen, bis zu dem Punkte herab, wo die Sommerwärme hinreichend ist, die Schneewasser des Winters zu schmelzen. Diese Schneegrenze liegt nun begreiflich am Aequator höher hinauf als nach den Polen zu.

Man hat die Grenze des ewigen Schnees erfahrungsgemäß zu bestimmen versucht, allein ein genaues Gesetz läßt sich aus diesen Erfahrungen nicht ableiten, da die Höhe des Fußes, die Gestalt und innere Struktur der Berge, die Lage gegen das Meer und dgl. sehr bedeutend einwirken. Auch fehlen in sehr vielen Erdgegenden solche Berge gänzlich, z. B. zwischen den Alpen und den norwegischen Kiölen in Europa.

Am Aequator in den peruanischen Anden hat man sie in 14800 Fuß Höhe gefunden; im Himalayagebirge von 12000 (am Südabhange) bis zu 16000 (am nördlichen).

Man sollte zwar das Gegentheil vermuthen, eine geringere Höhe der Schneegrenze am Nordabhange und eine größere am südlichen, wie es sich auch z. B. in den Alpen und Pyrenäen wirklich zeigt, allein die besondere Lage (im Norden das höchste Plateau der ganzen Erde, Tibet, im Süden das indische Tiefland) erklären die Anomalie hinreichend. In Mexiko ist die Schneegrenze bei 14000 Fuß, in den Pyrenäen bei 9200, in den Alpen bei 7800 bis 8400, in dem nahe gleichliegenden Kaukasus ist sie fast 9000. Unter dem 60. Grad zeigt sie sich in Schweden und Norwegen bei 5000, unter dem 70. theils bei 3300, theils schon bei 2400 Fuß.

Ob sie irgendwo bis zur Meeresfläche hinabsinke, wie man es sonst für die hochnordischen Gegenden annahm, ist

zweifelhaft und selbst unwahrscheinlich. Die Mitteltemperatur der Gegenden entscheidet nämlich über die Schneegrenze nichts, sondern nur die Sommerwärme, und einigermaßen auch die Masse des Winterschnees.

Man sieht leicht ein, daß auf die Kälte des Winters hierbei gar nichts, und nur auf die Dauer desselben, insofern dadurch die Masse des Schnees größer wird, etwas ankommt. Das Verhältniß der im Winter angesammelten Schneemassen zur Wärme im höchsten Sommer entscheidet hier. Stehen beide so im Gleichgewicht, daß letztere gerade noch hinreicht, die erstere zu schmelzen, so bildet sich an diesem Punkte die Schneegrenze. Das Innere Sibiriens ist der Mitteltemperatur nach ganz ungleich kälter als das europäische Nordkap, gleichwohl liegt in Sibirien die Schneegrenze höher, weil seine Sommer bedeutend wärmer sind.

§. 102.

Wenn aber auch gleich die Schneegrenze für ein gegebenes Gebirg aus den speciellen Temperaturverhältnissen der einzelnen Jahreszeiten sich im Allgemeinen bestimmen lassen dürfte, so würde man doch sehr irren, wenn man dieß Resultat auf jede einzelne Lokalität desselben ausdehnen wollte. Die Bestandtheile der Oberfläche wie die Gestalt des Berges bewirken Differenzen, die auf mehrere tausend Fuß gehen können. Die äußersten Gipfel solcher Berge, die nicht weit in die allgemeine Schneegrenze hineinragen, werden oft schneefrei, während an den oberen Abhängen, zumal auf der Mitternachtsseite, sich der Schnee erhält. Enge Schluchten, wo er sich stärker anhäuft, bewahren ihn länger als steile Hänge, wo ihn der Wind entführt. Baer sah in Novaja Semlja in der Gegend

von Matotschkin Schar, zwei Berge von beiläufig gleicher Höhe (3000 Fuß) nahe bei einander, von denen der eine ganz mit Schnee bedeckt, der andere frei war.

Der ewige Schnee der Hochgebirge ist nicht locker, wie der Winterschnee in unsern Ebenen, sondern an Festigkeit dem Eise nahe kommend, und nur die oberste Schichte mehr schneeartig. Saussure hatte auf dem Montblanc große Anstrengung nöthig, einen Stock in den Schnee fest zu stecken. Seine Tiefe ist so gut als unmeßbar und nur die großen Risse, die dem Wanderer so gefährlich sind, geben einigen Anhalt; man schätzt sie in einzelnen Fällen auf 2 — 300 Fuß.

§. 103.

Die allgemeinste Form der atmosphärischen Niederschläge ist der Regen, der in einigen Gegenden der Erde bestimmt periodisch, in andern unregelmäßig zu allen Jahreszeiten, wo die Temperatur nicht zu tief steht, herabfällt. Die periodischen Regen sind fast allen tropischen Gegenden eigenthümlich. Sie fallen um die Jahreszeit, wann die Sonne am höchsten steht, und da dieß zweimal im Jahr geschieht, so können da, wo diese Maxima der Sonnenhöhe nicht zu nahe an einander fallen, auch zwei Regenzeiten eintreten; was indeß auch noch von vielen andern Lokalumständen abhängt. Die meisten tropischen Gegenden haben entweder nur eine, oder doch eine Haupt- und eine sogenannte kleine Regenzeit. Sie entsteht und verschwindet allmählig. Nachdem mehrere Monate hindurch (in den meisten Gegenden über ein halbes Jahr lang) der Himmel ganz heiter und ein Tag dem andern gleich war, bemerkt man ein leichtes Gewölk am Horizont, was sich kurz vor Sonnenuntergang zeigt. Es wird mit jedem Tage

stärker, steigt höher und zeigt einzelne Blitze, bis es sich endlich in einem großtropfigen Gewitterregen entladet, der von nun an fast täglich fällt, bis nach Verlauf einiger Monate das Phänomen sich eben so verliert, wie es gekommen war. Die Regen fallen Nachmittags gewöhnlich um dieselbe Stunde, und die Geschäfte und Lebensweise der Länder, wo diese Regelmäßigkeit stattfindet, sind genau darnach normirt.

Indeß finden hierin sehr bedeutende lokale Verschiedenheiten statt. Während am Maranhon Gegenden gefunden werden, die zehn Regenmonate und zwei trockene haben, gibt es andere Striche, wo es ein oder nur erst nach mehreren Jahren einmal regnet, und die Pflanzen nur durch den nächtlichen Thau erhalten werden. Feine Nebelregen, wie sie in höhern Breiten so häufig sind, kennt man unter den Tropen so gut als gar nicht; und die Heiterkeit des Himmels außer der Regenzeit ist so anhaltend, daß in einigen Gegenden Amerikas ein Erdbeben weniger Aufsehen erregt als eine Wolke in der trockenen Jahreszeit.

§. 104.

Außerhalb der Tropen, in den diesen benachbarten Gegenden, verliert sich dieß Verhältniß allmählig. In dem Maße nämlich, wie der Gegensatz zwischen Sommer und Winter sich bemerklich macht, verschwindet der zwischen trockner und Regenzeit im obigen Sinne. Es fallen dann im Gegentheil die meisten Regen im Herbst und Winter, während das Frühjahr wenig und der Sommer fast gar keinen Regen zeigt. Weiter nach den Polen hin zeigen sich zwei Maxima des Regens im Herbst und Frühling, wogegen der Winter weniger und der (kürzere) Sommer ebenfalls weniger Regen zeigt. Endlich in noch höhern Breiten

rücken die beiden Maxima des Regens einander näher und bilden zuletzt ein Maximum des Regens im Sommer (im nördlichen Deutschland Juli und August).

Die Masse des jährlichen Regens würde, wenn sie weder verdünstete noch abflösse, die Oberfläche etwa 28 Zoll hoch bedecken. Setzt man die durchschnittliche Tiefe der Meere 4000 Fuß und nimmt die Oberfläche der Meere zu 0,73 der Erdoberfläche an, so folgt, daß erst im Laufe von 12½ Jahrhunderten eine der Gesammtmasse des Meeres gleiche Quantität Wasser als Regen niederfällt. Diese 28 Zoll sind aber höchst ungleich vertheilt. Während in mehreren Gegenden Westindiens 100 — 120 Zoll, ja an einem Punkte Hindostans bis 300 Zoll Regen jährlich fallen, erreicht in andern, selbst außer den Tropen gelegenen Ländern, die Regenmenge nur 2—3 Zoll, und innerhalb der Tropen sinkt sie, z. B. in einigen Gegenden Nubiens, auf Null herab.

§. 105.

Der **Wind** ist eine dem Gefühl merkliche Bewegung der Luft. Er wird nach den **Weltgegenden**, von denen er herkommt, als Nord, Ost, Süd, West, ferner als Nordost, Südost u. s. w. bezeichnet; der Schiffer, dem die genaue Kenntniß und Benutzung der Windrichtung wichtig ist, bezeichnet zweiunddreißig verschiedene Richtungen, indem er zwischen den Hauptwinden fortwährend interpolirt, so daß z. B. von Nord bis Ost folgende Winde gezählt werden:

Nord,	Nord gen Ost,	Nordnordost,	Nordost gen Nord,	
N,	NgO,	NNO,	NOgN,	
Nordost,	Nordost gen Ost,	Ostnordost,	Ost gen Nord,	Ost.
N.O,	NOgO,	ONO,	OgN,	O,

so daß für jeden Windstrich ein Spielraum von 11¼ Graden bleibt. Einfacher wäre es, die Winde nach dem Grade des

Azimuths, aus welchem sie wehen, also bloß durch eine Zahl zu bezeichnen.

Nach ihrer Stärke unterscheidet man sie als sanfte Winde, steife Winde (ein Schifferausdruck), Stürme und Orkane. In den meteorologischen Tabellen pflegt man sie durch Zahlen zu bezeichnen, z. B.

0 = Windstille.

1 = sanfter Wind, der nur Blätter bewegt und dem Rauche eine von der senkrechten Linie abweichende Richtung gibt.

2 = dem Gefühle unmittelbar bemerkbarer Wind, der Zweige bewegt und leichte Körper fortführt.

3 = stärkerer Wind, der Aeste schüttelt und im Wasser Wellen erregt (der steife Wind).

4 = Sturm. Er veranlaßt ein Geheul in der Luft; es fällt schwer, gegen ihn zu gehen; er kann schwache Bäume knicken.

5 = starker Sturm. Er entwurzelt starke Bäume, richtet Schaden an Gebäuden an, setzt Menschen in Gefahr, niedergeworfen zu werden, versenkt und zertrümmert Schiffe.

6 = Orkane. Er zerstört fast alles, was er trifft, selbst die Gestalt des Bodens, seine Begrenzung gegen das Meer u. s. w. kann durch ihn verändert werden; ihm entgegen zu gehen ist unmöglich.

Die Geschwindigkeiten, welche diesen Windgraden zukommen, sind beiläufig folgende:

1) = 5 Fuß in einer Sekunde,
2) = 15 „ „ „ „
3) = 25 „ „ „ „
4) = 40 „ „ „ „
5) = 60 „ „ „ „
6) = 80—120 Fuß in einer Sekunde.

Wenn eine beträchtliche Geschwindigkeit des Windes von 25—30 Fuß nur einige Sekunden anhält, und sodann wieder in 1 oder 2 übergeht, so nennt man dieß einen Windstoß.

§. 106.

Um die Beobachtungen des Windes, wenn sie einen gewissen Zeitraum umfassen, auf ein mittleres Resultat zu bringen, sind zwei Verfahrungsarten vorgeschlagen und angewandt worden. Die erste von Lambert aufgestellte besteht in einer Untersuchung derjenigen Richtung, welche ein von allen Winden des zu berechnenden Zeitraumes (ihre Stärke durchschnittlich gleich gesetzt) nach einander bewegter Körper am Ende des Zeitraumes, als Resultat sämmtlicher Bewegungen, genommen haben würde, und der Länge des von diesem Körper in jener Richtung zurückgelegten Weges.

Man stelle sich vor, es wehten den ganzen Zeitraum hindurch nur Ostwinde von gleicher Stärke, so würde der bewegte Körper eine nach W gerichtete und der Länge der Zeit proportionale Bewegung gemacht haben. Jeder Westwind würde (in Beziehung auf diese Richtung) negativ wirken, ein Westwind also einen Ostwind aufheben. Nord- und Südwinde wären neutrale, die Zwischenrichtungen würden im Verhältniß des Cosinus desjenigen Winkels, den sie mit der Ostrichtung machen, wirken. Ein ähnliches Verfahren läßt sich nun auf die Nord — Südrichtung anwenden. Man mache also

$$A = O - W + \frac{NO + NO - NW - SW}{\sqrt{2}}$$

$$B = N - S + \frac{NO + NW - SO - SW}{\sqrt{2}}$$

so hat man, wenn nur acht Richtungen beobachtet sind,

und O, W u. s. w. die Zahl der beobachtenden Ost-, West- u. s. w. Winde, so wie n die Zahl sämmtlicher Winde bezeichnet.

$$A = mn \sin. \varphi$$
$$B = mn \cos. \varphi$$

wo φ die Richtung des Hauptwindes, von N durch O gezählt, und m sein Uebergewicht (die Zahl sämmtlicher Winde als Einheit gesetzt) angibt.

Hat man 16 Winde beobachtet, so sind die beiden ersten Formeln folgende:

$$A = O - W + \frac{NO + SO - NW - SW}{\sqrt{2}} + (ONO + OSO - WNW - WSW) \sin. 66\tfrac{1}{2}^{\circ}. + (NNO + SSO - NNW - SSW) \sin. 22\tfrac{1}{2}^{\circ}.$$

$$B = N - S + \frac{NO + NW - SO - SW}{\sqrt{2}} + (NNO + NNW - SSO - SSW) \sin. 66\tfrac{1}{2}^{\circ}. + (ONO + WNW - OSO - WSW) \sin. 22\tfrac{1}{2}^{\circ}.$$

Die beiden Schlußformeln bleiben unverändert dieselben.

Ein Beispiel dieses Verfahrens mögen die in Dorpat vom Dezember 1840 bis Mai 1841 während sechs Monaten, dreimal täglich, angestellten Beobachtungen der Windrichtung geben. Es wurde beobachtet (9^h, 3^h, 9^h)

		O.	SO.	S.	SW.	W.	NW.	N.	NO.	Summe.
Dec.	1840.	10	16	7	9	22	15	2	12	93
Jan.	1841.	20	29	4	17	12	2	4	5	93
Febr.	"	6	17	19	15	18	1	5	3	84
März	"	2	19	11	18	24	10	6	3	93
April	"	14	10	18	10	14	10	5	9	90
Mai	"	16	13	4	7	29	16	6	2	93
also im Winter		36	62	30	41	52	18	11	20	270
im Frühling		32	42	33	35	67	36	17	14	276

Man hat demnach für die Beobachtungen des Winters

$$A = 36 - 52 + \frac{20 + 62 - 18 - 41}{\sqrt{2}} = - 16 + \frac{13}{\sqrt{2}} = - 6{,}8 = 270 \text{ m} \sin. \varphi.$$

$$B = 11 - 30 + \frac{20 + 18 - 41 - 62}{\sqrt{2}} = - 19 - \frac{65}{\sqrt{2}} = - 65{,}0 = 270 \text{ m} \cos. \varphi.$$

woraus

$\varphi = 185^\circ\ 51'$ (d. h. Süd mit einer Abweichung von $5^\circ\ 51''$ West) $m = 0{,}242$

für die Richtung des Windes im Winter $18^{40}/_{41}$ in Dorpat gefunden wird.

In gleicher Art ergibt sich für den **Frühling** (März, April, Mai)

$$A = -\ 45{,}6 = 276\ m\ \sin.\ \varphi$$
$$B = -\ 35{,}2 = 276\ m\ \cos.\ \varphi$$
$$\varphi = 232^\circ\ 20'$$
$$m = 0{,}209$$

und für das **ganze Halbjahr**

$$A = -\ 52{,}4 = 546\ m\ \sin.\ \varphi$$
$$B = -\ 100{,}2 = 546\ m\ \cos.\ \varphi$$
$$\varphi = 207^\circ\ 36'$$
$$m = 0{,}207$$

§. 107.

Indeß hat diese Art, die Richtung zu berechnen, einen kleinen Mangel: es ist nämlich, allgemein betrachtet, möglich, daß für die Mittelrichtung eine solche gefunden werde, aus der der Wind nicht am häufigsten, ja vielleicht selten oder nie geweht hat. Für den Fall der völligen oder nahe gleichen Aufhebung der gesammten Winde (wenn m sehr klein oder Null wird) bleibt φ gänzlich unbestimmt, und doch kann dieß Resultat auf sehr verschiedene Weise entstanden seyn. Man verbinde daher mit dieser Art, das mittlere Resultat zu ziehen, noch eine zweite und untersuche das Verhältniß der nördlichen zu den südlichen, so wie der östlichen zu den westlichen Winden. Dabei sind unter nördlichen alle zwischen O und W (diese selbst ausgenommen) aus der Nordhälfte der Windrose wehenden, unter östlichen

alle zwischen N und S aus der Osthälfte kommenden u. s. w. zu verstehen. Strenger wäre es, von den Nebenwinden nicht die direkten Beobachtungszahlen, sondern nur deren Produkt in den Cos. des Winkels, den sie mit dem Hauptwinde machen, in Rechnung zu ziehen.

Man erhält auf diese Weise, wenn (N) die Winde der Nordhälfte, (O) die der Osthälfte u. s. w. bezeichnet, für den obigen Zeitraum in Dorpat:

1. Winter (N) = 49; (S) = 133; (O) = 118; (W) = 111;
also (N) : (S) = 1 : 2,71; (O) : (W) = 1 : 0,94
Frühling. (N) = 67; (S) = 110; (O) = 88; (W) = 138
also (N) : (S) = 1 : 1,64; (O) : (W) = 1 : 1,57.

Wenden wir das strengere Verfahren an, so erhalten wir

2. Winter. (N) = 38,0; (S) = 102,8; (O) = 94,0; (W) = 93,7
also (N) : (S) = 1 : 2,705; (O) : (W) = 1 : 0,997
Frühling. (N) = 52,4; (S) = 87,4; 0 = 71,6; (W) = 117,2
also (N) : (S) = 1,67; (O) : (W) = 1,64.

Man sieht, daß das genäherte Verfahren in (1) nahe dieselben Resultate gibt wie das strengere in (2); und hierzu kommt, daß das letztere doch nur dann in jeder Beziehung mathematisch streng genannt werden könnte, wenn die Winde einzeln nach den Graden des Azimuths, nicht nach den vulgären allgemeinen Bezeichnungen, beobachtet worden wären. Ueberdieß aber müßte man die Stärke eines jeden Windes, am passendsten durch das Maß der Bewegung in einer Sekunde, in Betracht ziehen, eine Bemerkung, die auch die Lambertische Regel trifft.

Anmerkung. Einige Physiker nennen das, was wir oben durch m bezeichnet haben, die quantitativen Resultate sämmtlicher Winde in ihrem Verhältniß nur Anzahl derselben, die Stärke des Hauptwindes. Da wir unter Stärke

des Windes in der Regel etwas Anderes verstehen, was hier (wenigstens in allen bisherigen Anwendungen der Lambertischen Formel) gar nicht beachtet wird, so scheint der Ausdruck Uebergewicht für die hier durch m bezeichnete Größe passender zu seyn.

§. 108.

Die Ursachen der Winde können sehr mannigfaltig seyn, denn da jede Veränderung der Wärme, ja schon jede beträchtliche Feuersbrunst, einen Wind erregen muß, so hätte man sich weit mehr über die Windstillen als die Winde zu wundern und kann annehmen, daß eine absolute Windstille eigentlich nie und nirgend auf der Erde stattfinde. Indeß reicht weder die Verschiedenheit der Wärme, noch die des barometrisch zu bestimmenden Luftdrucks aus, einen andern als sehr mäßigen Wind zu erklären, und doch finden wir gerade in den Gegenden, wo beide Variationen nur gering sind, die heftigsten Orkane. Es bleibt also nichts übrig, als anzunehmen, daß plötzliche chemische Veränderungen, elektrische Entladungen oder andre noch ganz unbekannte Vorgänge in der Luft die meisten, besonders unregelmäßigen Winde erregen, und daß sie öfter Ursach als Wirkung des veränderten Luftdrucks und der verschiedenen Temperatur sind.

§. 109.

In der heißen Zone weht in der Regel ein beständiger Ostwind. Man hatte zur Erklärung desselben angenommen, die Luft folge der Rotation der Erde nicht völlig, sondern bleibe etwas zurück, und diese relativ langsamere Bewegung von W nach O erscheine folglich demjenigen, der sich die Erde ruhend denkt, als eine relative von O nach W.

Wenn nun auch diese Erklärung mit der Thatsache selbst gut übereinstimmt, so genügt sie doch allein nicht, denn die Luftmasse ist ein Theil der Erde selbst und müßte, auch angenommen daß sie Anfangs nicht die Rotationsgeschwindigkeit der letztern gehabt hätte, diese letztere längst bekommen haben, da zwischen beiden fortwährend Reibung existirt.

Die Erwärmung unter dem Aequator, welche in der Regel die zu beiden Seiten desselben nach N und S hin statt findende übertrifft, veranlaßt ein Aufsteigen der wärmern Luft und ein Zuströmen der kälteren (dichteren) von N und S her. Allein diese beiden Windströme gelangen nicht als reiner N und S zum Aequator, sondern in Folge des geringern Rotationsschwunges, den sie aus höhern Breiten mitbringen, wird ihre Richtung im NO und SO verwandelt, ganz wie es der Fall mit den Polarströmungen im Ocean ist (§. 72). Beide letztern Richtungen aber müssen vereinigt einen Ostwind erzeugen in dem Punkte, wo sie einander das Gleichgewicht halten, während zu beiden Seiten des Aequators, im nördlichen Theile der heißen Zone ein Nordost, im südlichen ein Südost vorherrscht. Aber es finden selbst in der Nähe des Aequators neben diesem allgemeinen Oststrome noch andre Luftbewegungen statt, die nach Jahres- und Tageszeiten veränderlich sind, abgesehen von den ganz unregelmäßigen.

An allen Küsten bemerkt man nämlich einen Wechsel von Land- und Seewind. Wenn die Sonne eine Ufergegend erwärmt, so nimmt das Land in viel stärkerem Maße an dieser Erwärmung Antheil als das Wasser, welches die Wärme Behufs der Verdunstung absorbirt. Deßhalb wird die dichtere Luft über dem Wasser nach der dünneren über dem Lande hinströmen. In der Nacht kühlt sich dagegen

das Land mehr ab als das Wasser, und es muß der umgekehrte Strom eintreten. So ist in allen tropischen Gegenden des Nachts (und gewöhnlich bis 9 Uhr Morgens) Landwind und am Tage Seewind, der auch noch einige Zeit nach Sonnenuntergang fortdauert. Selbst die kleineren Inseln zeigen dieß Phänomen.

§. 110.

Im atlantischen wie im großen Ocean wird die östliche Richtung des Windes allgemein wahrgenommen, und zwar noch etwas über die Grenzen der Tropen hinaus. Auf sie folgt eine Region der Calmen (Windstillen oder unbestimmter Winde) und sodann in höhern Breiten der Westwind. Dieser besteht auch unter dem Aequator, aber nur in den obern Gegenden der Atmosphäre; Ost- und Westwind folgen in vertikaler Richtung aufeinander, und die Grenze zwischen beiden liegt vielleicht 6—8000 Fuß hoch. Allmählig in höhern Breiten senkt sie sich und erreicht zuletzt die Erdfläche. Von da ab also müssen Westwinde herrschen, die aber an Regelmäßigkeit den Ostwinden des Aequators bedeutend nachstehen.

Im indischen Ocean erleidet der Ostwind bedeutende Modifikationen durch den Umstand, daß dieses Meer nicht, wie die beiden andern, fast ungehemmt von S nach N durchgeht, sondern durch vorliegendes Land gegen N und W völlig abgeschlossen ist.

Vom südlichen Wendekreise bis beiläufig zum 18.° südlicher Breite herrschen noch die Ostwinde, von da ab nordwärts aber hat man vom Oktober bis zum April an der Südseite des Aequators einen Nordwest-, und an der Nordseite einen Nordostwind, wogegen vom April bis Oktober zu beiden Seiten des Aequators der Südwest herrscht.

Diese dem indischen Meere eigenthümlich regelmäßig wechselnden Winde nennt man Monsoons, während der regelmäßige Ostwind unter dem Namen Passat bekannt ist. Die Monsoons üben auf die Jahreszeitenfolge der indischen Halbinsel und Ceylons einen entscheidenden Einfluß. Die nach Westsüdwest gerichtete Malabarküste, sowie die Westseite Ceylons haben von April bis Oktober Seewind, der sich an den von S nach N der Küste fast parallel streichenden Gebirgen der Ghats, Nilgherri's und des Adamspik bricht und den diesseits gelegenen Strichen seine Feuchtigkeit mittheilt. So herrscht an der Westseite der Gebirge Regenzeit, während jenseit derselben die glühendste trockene Hitze Statt findet. Im zweiten Halbjahre vom Oktober bis April wird der Seewind der östlichen- oder Coromandelküste Hindostans zu Theil, und alsdann hat alles Land bis zu den Gebirgen hin auf dieser Seite Regenzeit, während drüben im W trockene Zeit herrscht, die indeß an Hitze jener im O herrschenden nachsteht, da das Land hier eine viel geringere Breite hat. Dieser Wind verändert auch den Kurs der Schiffe, denn während des allgemeinen SW können die von Indien nach Europa segelnden Schiffe nicht wohl auf dem nächsten Wege fahren, sondern sie müssen erst auf einem südöstlichen Umwege die Region der Passate zu erreichen suchen, um von diesen nach dem Kap geführt zu werden; und zu ähnlichen Umwegen sind in der andern Hälfte des Jahres die von Europa nach Indien segelnden Schiffe genöthigt.

§. 111.

In den vorstehenden Betrachtungen haben wir uns hauptsächlich nur mit der äußeren Gestaltung des Flüssigen

und Festen, wie der Erdkörper sie uns gegenwärtig zeigt, beschäftigt, und auf die Veränderungen derselben, sowie die inneren Bestandtheile und Mischungsverhältnisse, keine besondere Rücksicht genommen. Es ist aber zur Vervollständigung des Gesammtbildes unseres Planeten nothwendig, auch geologische und geognostische Betrachtungen mit in unsern Kreis zu ziehen; und wir müssen demnach hier zunächst der Vulkane gedenken, welche bei der Ausbildung der Erdoberfläche, wenn nicht die Haupt- doch jedenfalls eine sehr bedeutende Rolle spielen.

Die eigentlichen Vulkane sind Berge von ziemlich regelmäßiger Kegelform, sowohl in größeren Gebirgsketten als auch isolirt vorkommend. Auf ihrem Gipfel ist ein Krater eingesenkt, der mit unterirdischen Höhlungen in Verbindung stehen muß und gleichsam deren Esse bildet.

Diese Krater sind rundlich und von sehr verschiedenem Durchmesser, von 40 und 50 bis zu 4000 Fuß. Zuweilen erhebt sich im Grunde des Kraters erst ein Berg und in diesem öffnet sich sodann der eigentliche Krater. Eben so ist auch die Höhe der Vulkane überaus verschieden, und die Gewaltsamkeit ihrer Ausbrüche steht keineswegs im Verhältniß zu dieser Höhe. Selbst auf dem Grunde des Meeres scheinen Vulkane vorzukommen, die freilich in ihren Ausbrüchen sich ganz verschieden von denen des Landes äußern müssen.

Diese Ausbrüche, die sich bei den noch jetzt thätigen Vulkanen nach unbestimmten Zeiträumen wiederholen, bestehen in einem gewaltsamen Hervorbrechen großer Feuermassen (brennendem Wasserstoffgas), Steinen uud geschmolzener Materien (Laven) verschiedener Struktur, endlich auch von Schlamm und Wasser, alles im erhitzten Zustande.

Im Inneren der Andeskette Südamerika's gibt es sogar Berge, welche eine kleine Fischgattung (Prenadilla volcanica) in ungeheurer Menge auswerfen; um andere Vulkane, z. B. die isländischen, finden sich glasartige Schlacken; ein Vulkan in Sicilien (der Maccaluba) wirft Thon aus, der aus unzähligen kleinen Kratern von wenigen Fuß Durchmesser hervorquillt, und so finden sich noch mannichfache Abwechslungen. Die vormals thätigen (ausgebrannten, todten) Vulkane erkennt man nur noch an ihrer Form und den an ihnen und um sie herum aufgehäuften vulkanischen Produkten.

Sie liegen meistens in nicht sehr bedeutender Entfernung vom Meere, sehr häufig auf kleineren und größeren Inseln; und zwar nur wenige ganz isolirt, die meisten in großen Gruppen und Kreisen. Der größte vulkanische Kreis ist der, welcher den großen Ocean umgibt. Von den Vulkanen der Aleuten und Kamtschatka's zieht er sich über die Kurilen nach Japan, das eine große Menge Vulkane enthält, nach China und durch die Inselgruppen des indischen Archipels, wo namentlich die Insel Java 40 Vulkane enthält. Ihre weitere Fortsetzung durch die südlichen Inselgruppen des stillen Meeres läßt sich zwar nicht überall mit Bestimmtheit nachweisen, im Ganzen aber zeigt sie sich in der großen Menge vulkanischer Bildungen in diesen Gegenden, während einzelne Inseln auch noch jetzt thätige Vulkane aufweisen. Bestimmter tritt sie wieder in der Andeskette Südamerika's auf, wo man 24 Hauptvulkane und eine Menge kleinerer zählt, die von der Magelansstraße bis zur Landenge sich fast 1000 Meilen weit forterstrecken. Dann folgen die Vulkane Mexiko's, die durch Größe und gewaltsame Wirkungen sich auszeichnen (so hat z. B. der Jorullo auf seinem Gipfel eine Basaltsäule von

mehr als 1000 Fuß Höhe emporgetrieben), die des nördlichen Kaliforniens und andre vereinzelte, noch wenig bekannte Vulkane bis zu denen der Halbinsel Alaska, von deren Spitze die Aleuten anfangen, und mit welcher der Kreis schließt.

Auch noch andere Gegenden Asiens, wie Indien, Persien und Arabien, sowie die Gegenden am schwarzen Meere, enthalten Vulkane; sowie die Inseln des indischen Oceans. Afrika hat auf seinem Festlande verhältnißmäßig wenig Vulkane: von den auf den Inseln ziemlich zahlreich vorkommenden möge hier der weltberühmte Pic de Teyde auf Teneriffa erwähnt werden. Auch Amerika enthält außer den vorhin genannten der großen Andeskette nur wenige vereinzelte Vulkane. In Europa zeigen sich zwei vulkanische Hauptgruppen, die süditalische und die isländische; Spuren früherer vulkanischer Thätigkeit zeigen sich aber noch in mehreren Gegenden.

Der vulkanische Heerd ist übrigens nicht nothwendig ein eigentlicher Berg; auch in Hochebenen z. B. auf Island, öffnen sich Krater und brechen Erdbrände hervor.

§. 112.

Die noch thätigen Vulkane rauchen fast beständig, und man sieht zuweilen des Nachts kleine Flammen ihnen entsteigen, hört auch wohl ein dumpfes Donnern im Innern des Berges, das mit leichten Erschütterungen verbunden ist. Werden diese Phänomene häufiger und stärker, so kann man einen nahe bevorstehenden Ausbruch vermuthen; indeß haben sich auch einige, wie z. B. der des Vesuv im Jahr 1794, welcher die Stadt Torre del Greco zerstörte, so plötzlich gezeigt, daß Niemand auf sie vorbereitet war. Der Feuerausbruch macht gewöhnlich den Anfang,

die Bimssteine, Obsidian und ähnliche Massen folgen ihnen (Stücke von 50 und mehreren Centnern sind nichts Seltenes), hierauf bricht ein Strom Lava (geschmolzene und im glühenden Zustand befindlichen Steine, Erden und Metalle hervor, und dieser ist gewöhnlich das Gefährlichste und Zerstörendste der vulkanischen Ausbrüche. Endlich folgen Schlamm=Massen und ein Strom heißen Wassers. Erdbeben begleiten zuweilen diese Erscheinungen, noch öfter aber hören gerade durch die vulkanischen Ausbrüche die Erdbeben auf, so daß jene wie eine Ableitung für diese zu betrachten sind. Die gewöhnliche Lava ist eine dickflüssige, aus geschmolzenen Steinen und Metallen bestehende Masse, welche sich langsam in großen Schollen fortwälzt, alles Brennbare auf ihrem Wege entzündet und vernichtet und entweder im Lande versiegt oder einen Fluß oder das Meer erreicht. Diese Lavaströme bedecken weite Felder und machen sie auf Jahrhunderte unfruchtbar; endlich aber verwittern sie und gewähren dann eine ungemeine Fruchtbarkeit. Die erhärtete Lava läßt sich zu Geräthen verarbeiten, man bedient sich ihrer zum Bauen und zur Pflasterung der Straßen.

§. 113.

Die bekanntesten Vulkane sind der Vesuv und Aetna, da diese in den klassischen Ländern des Alterthums gelegen, schon sehr früh die Aufmerksamkeit auf sich zogen. Namentlich der letztere spielt eine wichtige Rolle in Griechenlands Mythologie. Unter dem Aetna war die Schmiede Vulkans, und an seinen Flammen zündet Ceres die Fackel an, mit welcher sie ihre Tochter Proserpina aufsucht. Weniger bekannt waren im Alterthume die vulkanischen Erscheinungen der Gegenden um den Kaukasus; von denen

in Island, die uns seit fast einem Jahrtausend sehr gut bekannt sind, wußten sie noch nichts. Die Vulkane Ostasiens, der Inseln des indischen und großen Oceans, sowie die sehr zahlreichen Amerika's, mithin des größten vulkanischen Kreises der Erde, können natürlich erst seit wenigen Jahrhunderten im Allgemeinen bekannt seyn und sind eigentlich erst in neuester Zeit allmählig genauer untersucht worden. Wir werden demnach in der Geschichte der vulkanischen Erscheinungen fast ganz auf die drei europäischen Hauptpunkte Aetna, Vesuv und Hekla beschränkt seyn.

v. Hoff in seiner Geschichte der natürlichen Veränderungen auf der Erdoberfläche gibt uns die folgende synchronistische Uebersicht der beiden ersten Vulkane und derjenigen Erscheinungen, welche sich auf benachbarten Punkten, namentlich den Liparen zutrugen. (Die blos beiläufig bekannten Jahrzahlen sind durch :: bezeichnet.

	Aetna.	Vesuv.	Liparen ꝛc.
	v. Chr. 480. ::		
	„ „ 427.		
	„ „ 396. .	. . . . .	185. Ausbruch in den Aeolischen Inseln.
	„ „ 140.		
	„ „ 135.		
	„ „ 126.		
	„ „ 122. .	. . . . .	91. Ausbruch auf Ischia.
	„ „ 56 ::		
	„ „ 45 od. 44.		
	„ „ 36 ::		
	n. Chr. 44.		

	Aetna.	Vesuv.	Liparen ꝛc.
	u. Chr. 72. .	79. Pompeji, Herkulanum u. Stabiä verschüttet.	144. Ausbruch auf Volcano.
	" " 251. .	203.	
	" " 420. .	512.	
		685.	
	" " 812. .	983.	
		1036.	
		1049.	
Von hier ab sind die Data etwas genauer und ausführlicher.			
1138	. . . . .	Vom 29. Mai ab 40 T. lang.	
1169 : :	(oder 1179; oder 1183) 4. Febr.		
1198	. . . . .	. . . . .	Solfatara bei Pazzuoli bricht aus.
	Ein Ausbruch zwischen 1198 und 1250.		
1284	Ausbruch.		
1302	. . . . .	. . . . .	Epomeo auf Ischia bricht aus.
1329	28. Juni bis Anf. August.		
1333	Aschenauswurf.		
1408	9—20 Novbr.		
1444	Ausbruch? . .	. . . . .	5. Feb. Ausbruch auf Volcano.
1446	25. Sept.		
1447	21. Sept.		
1500	. . . . .	oder 1506.	
1536	23. März bis im April.		

	Aetna.	Vesuv.	Liparen ꝛc.
1537	11. Mai bis Ende Juli.		
1538	. . . . .	. . . . .	29. Sept. entsteht der Monte nuovo bei Pazzuoli.
1550	. . . . .	. . . . .	Ausbruch auf Volcano.
1556	Anfang Nov.		
1587	oder 1589.		
1603	Von hier ab 7 Jahr lang die Erschütterungen wenig unterbrochen.		
1607	Seitenausbruch. Lava fließt drei Tage lang.		
1610	6. Febr. u. 3. Mai neue Seitenausbrüche.		
1614	2. Juli. Neue Spalte aus welcher bis 1624 Lava fließt.		
1619	Ausbruch des oberen Kraters.		
1631	. . . . .	16. Dez. sehr heftiger Ausbruch mit Bewegungen bis 25. Feb. 1632.	
1634	19. und 27. Dez. 2 neue Schlünde, mit Lavaergüssen bis 1638.		

	Aetna.	Vesuv.	Liparen ꝛc.
1646	20. Nov. neuer Seitenausbruch.		
1651	desgleichen im Februar. Unruhig bis 1654.		
1660	. . . . . .	3 neue Schlünde. Ausbruch.	
1669	11. März, heftiger Ausbruch; die Lava erreicht am 23. April Catania und das Meer.		
1682	Sept. etwas Lava.	12. bis 22. Aug. Ausbruch ohne Lava.	
1688	desgl.		
1689	14. März desgl.		
1693	9. und 11. März Dampf aus dem Krater.		
1694	März und Nov. Aschenauswurf.	12. März die Lava fließt über den Krater ab.	
1696	. . . . . .	4. Aug. desgl.	
1697	. . . . . .	15. bis 26. Sept. desgl.	
1698	. . . . . .	25. Mai bis 12. Juni desgl.	
1701	. . . . . .	1. bis 15. Juli desgl.	

	Aetna.	Vesuv.	Liparen 2c.
1702	8. März bis 8. Mai Lava aus 3 neuen Spalten.		
1704	. . . . .	Vom 20. Mai an, Bewegungen bis 23. Juli 1706.	
1707	. . . . .	28. Aug. bis 14. Aug. 1708 Auswürfe.	
1712	. . . . .	Aschenauswurf 5. bis 25. Febr. Lava 26. Feb.; Bewegungen bis 26. Oktbr.	
1713	. . . . .	Ausbrüche und Lava 13. April bis 25. Mai.	
1714	. . . . .	Heftige Bewegungen und Lava, 21. bis 30. Juni.	
1718	. . . . .	16. Sept. desgl. Auswürfe bis 9. Juli 1719.	
1720	. . . . .	7. Mai bis 29. Juli Aschenauswurf.	
1723	Anfang Novemb. Erschüttrungen, Dampf. 23 Nov. Lava; endet am 10. Mai 1724.	25. Juni bis 8. Juli, Lavaerguß ins Thal zwischen Vesuv und Ottajano.	
1724	. . . . .	12. bis 19. Sept. Lava.	

	Aetna.	Vesuv.	Liparen ꝛc.
1725	. . . . . .	16. Jan. desgl.	
1726	. . . . . .	10. April bis Dez. desgl.	
1727	. . . . . .	26. Juli desgl. mit einigen Unterbrechungen bis Mitte 1728 dauernd.	
1730	27. Februar Lavaerguß.		
1732	9. Dez. Ausbruch und Lavaerguß bis Jan. 1733.		
1733	. . . . . .	10. Juli bis 10. Jan. 1734. Lavastrom.	
1735	4. Oktb. Ausbruch, Lavastrom, Unruhig bis Juli 1736.		
1737	. . . . . .	14. Mai, großer Ausbruch mit Lavafluß.	
1739	. . . . . .	. . . . . .	4. Mai, Ausbruch auf Volcano.
1744	und 1745; Ausbrüche ohne Lava.		
1747	Sept. Lavaerguß. Bewegungen 7 Jahre lang mit geringen Unterbrechungen.		

	Aetna.	Vesuv.	Liparen ꝛc.
1751	. . . . . .	25. Oktbr. Ausbruch an der Seite des Atrio di Cavallo, Lava bis 9. Nov.	
1754	. . . . . .	2. Dez. Ausbruch aus 2 Spalten, bis 1755. 20 bis 30. Jan. Ausbrüche aus 2 neuen Spalten.	
1755	2. bis 15. März, Lavaerguß aus einer Spalte. Die Bewegungen währen länger.		
1759	April, Lava. Ein Theil des Kraters stürzt ein.		
1760	. . . . . .	23. Dez., großer Ausbruch nahe am Fuße aus 12 Schlünden.	
1763	6. Feb. u. 18. Juni Lava aus neuen Spalten.		
1766	27. April, Ausbruch mit Lava aus einer Spalte über Nicolosi. Bewegungen bis Nov.	28. März bis 9. April; Ausbruch, Lavastrom.	

	Aetna.	Vesuv.	Liparen ꝛc.
1767	. . . . . .	Schon vom März an Bewegungen 20. Oktbr. Ausbruch, Lava, starker Aschenregen.	
1770	. . . . . .	Lava; auch 1771.	
1775	. . . . . .	. . . . . .	Feb. Ausbruch auf Volcano.
1777	. . . . . .	Auswerfen und Lavafluß.	
1778	. . . . . .	22. Sept. Lava.	
1779	. . . . . .	29. Juli bis 26. Aug. Lava aus einer neuen Sp.	
1780	28. Jan., 13. März u. 9. April heftiges Auswerfen. 18. und 25. Mai brechen 3 neue Spalten mit Lava aus.	. . . . . .	Gleichzeitig Ausbruch auf Volcano.
1781	24. April bis Ende Mai starkes Auswerfen.		
1783	. . . . . .	18. Aug. Auswürfe, desgl. Dez. 1784 und 31. Oktbr. 1786.	
1786	. . . . . .	. . . . . .	Volcano wirft aus.
1787	. . . . . .	24. Dez., 19. Juli 1788, 6. Sept. 1789 Auswürfe.	

	Aetna.	Vesuv.	Liparen ꝛc.
1792	März, heftige Bewegungen. 16. Mai, Lavaausfluß. 25. u. 26. Mai und 1. Juni neue Spalten. Auswürfe bis Mai 1793.		
1794	. . . . .	15. Juni, großer Seitenausbruch. Lava bei Torre del Greco ins Meer.	
1798	Aschenauswurf.		
1799	Juni, Auswerfen von Asche.	Feb. Auswerfen.	
1800	Heftigstes Auswerfen 27. Feb., 4. Mz. u. 15. Mai; Bewegungen bis Mitte 1802.		
1802	15. Nov. Spalte bricht auf. 2 Jahr lang fast unaufhörlich Dampf.	1. Sept., Dampf aus dem Krater.	
1804	. . . . .	12. Aug. und 22. Nov. kleine Ausbrüche.	
1805	Juli, im obern Krater entsteht durch Auswürfe ein neuer 1050 F. hoher Kegel.	Ausbruch im Juli. Ein Erdbeben in Molise und Benevent geht vorher.	

	Aetna.	Vesuv.	Liparen ꝛc.
1806	Mehrmals Erneuerungen des Auswerfens.	31. Mai, Krater wirft aus.	
1808	Schwächere wiederholte Ausw.	16. Aug. Dampf.	
1809	27. März, Spalte an der Ostseite mit Lava; Bewegungen bis April.		
1810	. . . . .	10. Dez., kleiner Ausbruch.	
1811	27. Oktb., heftiger Ausbruch, neue Spalten; Bewegungen 6 Monat lang.	31. Dez. bis 5. Jan. 1812. Ausbruch.	
1813	. . . . .	Vom Mai an Auswürfe. 24. Dez. Lava.	
1816	. . . . .	. . . . .	15. Mai Ausbruch auf Tremiti?
1817	. . . . .	20. bis 26. Dez. Ausbruch.	
1818	. . . . .	20. Oktbr., eine Reihe Ausbrüche beginnt und endet Anfang 1820. Die stärksten 7. April und 22. Nov. 1819.	
1819	27. Mai Ausbruch aus 5 Schlünden mit Lavaerguß.		

	Aetna.	Vesuv.	Liparen ꝛc.
1821	. . . . .	7. Oktbr. neue stärkere Bewegungen.	
1822	5. April, leichter Aschenauswurf.	13. bis 20. Febr. Auswerfen. 21. Lava aus einer Spalte. 18. bis 25. Oktb. heftiger Ausbruch mit einer großen Menge Asche.	
1828	. . . . .	14. bis 26. März Auswürfe und Lava. Ende Dez. bis Jan. 1829. Auswerfen.	
1829	. . . . .	Ende Dez. schwaches Auswerfen.	
1830	. . . . .	6. April desgl. Auch 14. bis 16. Dez.	
1831	19. bis 25. Feb. Auswerfen.	20. Sept. bis Mitte Oktbr. Auswürfe und Laven. 22. Dez. desgl.	Juli und Aug. Ausbruch und Bildung der kurze Zeit bestehenden Insel Ferdinandea.
1832	Großer Ausbruch 31. Oktbr. bis 17. Nov. und Lavaerguß nach Bronte zu.	16. Febr. desgl. heftige Bewegungen bis 10. Aug. 15. bis 24. Dez. großer Ausbruch. Lavastr.	

	Aetna.	Vesuv.	Liparen 2c.
1833	. . . . .	Juni Bewegungen. 13. Aug. Ausbruch mit Lava.	Mai, Submarine vulkanische Bewegungen an der Stelle der früheren Insel Ferdinandea.

Die Tabelle zeigt, daß beide Berge in der verhältnißmäßigen Häufigkeit ihrer Ausbrüche nach großen Perioden alterniren. So gehen 11 geschichtlich beglaubigte Ausbrüche des Aetna dem ersten vom Vesuv bekannten voraus. Nun ist über ein Jahrtausend hindurch Vesuv weit thätiger als Aetna; mit der Mitte des 11. Jahrhunderts kehrt sich das Verhältniß gänzlich um, so daß im Krater des Vesuv starke Bäume gewurzelt hatten und man den Vesuv schon erloschen glaubte, während der Aetna fast nie ruhig war. Seit 1631, wo ein unerwartet heftiger Ausbruch des Vesuvs erfolgte, und mehr noch seit 1694 hat sich das Verhältniß abermals umgekehrt. Zwar geht Aetna in dieser Zeit nichts weniger als leer aus, allein dies nur, weil man in den letzten Jahrhunderten bei gesteigerter Aufmerksamkeit und wissenschaftlicher Theilnahme die schwächern vulkanischen Phänomene berücksichtigte. In dem angeführten Werke findet sich auch eine chronologische Uebersicht der Eruptionen der isländischen Vulkane. Hier sind die Erscheinungen nicht sowohl häufiger aber mannichfaltiger als die in Neapel und Sicilien. Island hat viele Vulkane, unter denen der Hekla keineswegs so entschieden hervorragt als Vesuv und Aetna unter denen des südlichen Italiens. Es zeigt sich auch in

Island kein deutliches Alterniren der Ausbrüche: einige Male (wie 1340) erumpiren fast alle Vulkane zugleich. Hiezu gesellen sich noch submarine Ausbrüche in der Umgegend, wodurch neue Inseln, wenigstens temporär, entstehen; ferner weitverbreitete und Monate lang andauernde Erdbrände und heftige Erdbeben, die hier viel häufiger als irgendwo in Europa vorkommen und auch durch die vulkanischen Ausbrüche nicht abgeleitet zu werden scheinen. Mehrere Vulkane sind dort erst in neuerer Zeit entstanden, dahin gehört z. B. der sehr unruhige Krabla, der während eines heftigen Erdbebens im Jahre 1724 zum erstenmale ausbrach.* Statt der Lava ergießt sich aus ihm Obsidian. Gewöhnlich lassen sich zu den isländischen Ausbrüchen gleichzeitige in andern Gegenden aufweisen.

Für Europa gilt übrigens durchaus als Regel, daß die höhern Gebirge keine Vulkane tragen. Der Aetna von 10400 Fuß ist ein isolirter Berg, und nach ihm haben die höchsten isländischen noch nicht 5000 Fuß Höhe. In den Pyrenäen finden sich nur wenige, im Hauptstock der Alpen gar keine Spuren vulkanischer Thätigkeit. Letzteres Gebirg scheint vielmehr durch seine gewaltige Masse den Eruptionen und Erdbeben nach Norden hin eine Grenze zu setzen. Denn während an ihrem Südfuße letztere noch ziemlich häufig vorkommen und die Euganeenberge bei Padua, so wie andere Strecken bei Verona, Vicenza und bis an den Gardasee hin deutlich vulkanische Entstehung und Natur verrathen, finden sich nördlicher fast gar keine Erscheinungen dieser Art mehr. Nur von Ungarn her, und längs den Sudeten

* Diejenigen Punkte, wo nur einmal Ausbrüche Statt fanden, und deren sich über 20 aufführen lassen, abgerechnet, hat Island 7 thätige Vulkane: Hekla, Krabla, Leibrnukur, Tröllladyngar, Eyafälla, Katlegiaa, Oerafa.

und Karpathen hin bis Sachsen und Mecklenburg sich fortpflanzend, sind noch Erschütterungen vorgekommen.

§. 114.

Die eigentlichen Erdbeben sind von innen heraus wirkende Erschütterungen des festen Erdbodens. Von ihnen sind die Erdfälle zu unterscheiden, die zwar auch oft durch Erdbeben entstehen und diese begleiten, aber auch andern Ursachen, z. B. dem Unterwaschen durch das Wasser, zuzuschreiben sind; ebenso die Bergschlipfe (das Herabgleiten einer Masse in die Tiefe) und Bergstürze; denn es ist nicht nothwendig ein Erdbeben anzunehmen, wenn eine Masse ihrer Stütze beraubt wird und das Gleichgewicht verliert.

Die Erscheinungen bei Erdbeben sind sehr mannichfaltig, nicht nur der Stärke und Dauer, sondern auch der Art nach. Man empfindet Bewegungen des festen Bodens, theils wellenförmige, theils rüttelnde oder nach einer bestimmten Richtung stoßende; Zerreißungen des Bodens, theils augenblickliche, theils bleibende, so wie Erhebungen und Senkungen desselben; in Folge dessen Stauungen und Rückwärtslaufen der Flüsse, plötzliche Ergießungen des Meeres über das Land, oder momentane Trockenlegung desselben. Ferner bemerkt man gewöhnlich ein unterirdisches Getöse, ähnlich dem Rollen beladener Wagen auf Steinpflaster oder entferntem Donner. Die Richtung der Magnetnadel wird gestört (auch an entfernten Orten, wohin das eigentliche Erdbeben nicht reicht), das Barometer sinkt und bei Hausthieren und Geflügel zeigen sich Vorempfindungen des Ereignisses in ängstlichen, unruhigen Bewegungen und lautem Geheul.

Die Verbreitung der Erdbeben ist eine sehr allgemeine, und es gibt nicht viele Gegenden, welche niemals dergleichen hatten, wozu noch kommt, daß manche Erdbeben keine Spur in der Geschichte hinterlassen haben mögen. Indeß ist ihre größere Häufigkeit doch auf verhältnißmäßig wenige Erdstriche beschränkt: denn während eine Gegend Jahrhunderte lang frei bleiben kann, wiederholen sie sich in andern fast alljährlich.

Die Erdbebenzone, welche sich von den Azoren bis Syrien über beide Küsten des Mittelmeeres erstreckt und namentlich die Halbinseln und Inseln des letztern begreift, ist historisch am besten bekannt. Mit ihr parallel zieht eine Zone von den Pyrenäen längs den Alpen und bis zum Kaukasus. Asiens Kontinent zeigt drei Erdbebenzonen, die fast parallel von W nach O ziehen; die nördliche von der Uralmündung bis Irkutzk, die mittlere vom Aral bis nach China und die südliche durch die Länder am Himalaya; wozu noch ein mächtiger Bogen, von den Andamanen Inseln durch Sumatra, Java, die Philippinen, Japan, die Kurilen, Kamtschatka und die Aleuten bis zum Festlande Amerika's kommt.

Eine große Erdbebenzone zieht sich von Chili bis an Mexiko's Südgrenze; in Mexiko selbst eine andere von W nach O gerichtete. Durch die Antillen zieht sich eine zuerst ost- und hernach auf das Festland übergehend, südwärts gerichtete Zone; auch unter den Inseln der Südsee zeigen sich mehrere; und Island mit den benachbarten Meeren und Inseln muß gleichfalls hieher gerechnet werden; in der Vorzeit scheint sich diese Zone bis in die brittischen Inseln hinein erstreckt zu haben.

Innerhalb dieser Zonen sind die Erdbeben nicht allein

viel häufiger, sondern auch stärker, andauernder, zerstörender als in andern Gegenden, und die Richtung der Stöße und Erschütterungen folgt fast immer der Streichungslinie dieser Zone.

Vom Erdbeben ganz oder so gut als ganz verschonte Gegenden sind Holland, Norddeutschland, Preußen, Polen, Mittel- und Nordrußland, Nordsibirien, die Strecke von Tripolis bis zum Nildelta, dieses mit einbegriffen; das Kapland, die mittlern Theile der nordamerikanischen Union und die Gegenden um die Platamündung, so wie fast der ganze südliche Theil der Ostküste Südamerika's.

Die Wirkungen heftiger Erdbeben sind im höchsten Grade fürchterlich. Ganze Städte mit allen ihren Bewohnern sind wie im Nu von der Erde verschlungen worden; die festesten Mauern zertrümmerten, Berge entstanden, andere stürzten ein; ja das Klima einiger Gegenden erlitt bedeutende und dauernde Veränderungen, wovon Quito in Südamerika ein Beispiel darbietet.

Eine Chronik der Erdbeben besitzen wir von Berghaus, nach v. Hoffs hinterlassenen Materialien herausgegeben und bis zum Jahre 1794 reichend.* Obgleich in die graueste Vorzeit hinaufsteigend (sie beginnt mit der Noachischen Fluth, die nach dem Verfasser wahrscheinlich mit der Ogygischen und Deukalionischen eine und dieselbe, und nur von der chinesischen unter Jao verschieden ist) wird sie doch erst mit dem fünften Jahrhundert v. Chr. einigermaßen vollständig und detaillirt, da alles Frühere, auch wenn es als Thatsache im Allgemeinen feststeht, doch

* Diese Chronik bildet den vierten Theil des großen v. Hoff'schen Werkes, und soll nach dem Versprechen des Herausgebers bis auf die neueste Zeit fortgesetzt werden.

meistens nicht den Hauptumstand, das Erdbeben, außer Zweifel setzt. Fluthen wie die Noachische, Untergang im Feuer wie der von Sodom, können Folge von Erdbeben gewesen seyn, allein wenn die Geschichte darüber schweigt, und die als historisch zu betrachtende Thatsache andere Erklärungsgründe zuläßt, so bleibt es zweifelhaft in welche Kategorie sie gehören.

Indeß dürfen wir als sehr wahrscheinlich annehmen, daß in den früheren, der ersten Bildungsepoche des Erdkörpers näher stehenden Zeitaltern Erscheinungen dieser Art großartiger, gewaltsamer, weiter verbreitet waren als jetzt. Mehr und mehr nähert sich die Erde einem beruhigten Gleichgewichtszustande; Land und Meer machen einander immer weniger ihre Grenzen streitig, und vulkanische Ausbrüche und Fluthen sind je länger desto mehr als blos lokale Erscheinungen zu betrachten. Von den Erdbeben möchte letzteres freilich weniger gelten, im Allgemeinen aber werden auch sie dem großen Gange der Natur, wie wir ihn bezeichnet, folgen.

Wahrscheinlich gibt es, die ganze Erde zusammengenommen, kein Jahr, ja vielleicht keinen Monat, der ganz von Erderschütterungen frei wäre. Eine Ansicht der angeführten Chronik, in denen die Jahre, in denen keine Erdbeben aufgezeichnet sind, mit der allgemeineren Verbreitung der Buchdruckerkunst fast ganz verschwinden, bestätigt dies. In den letzten 300 Jahren kommen nämlich keine Nachrichten von Erdbeben vor in den Jahren:

1540, 1543, 1544, 1547, 1549, 1561, 1564, 1567, 1589.
1611, 1613, 1645.
1741.

während wir aufgezeichnet finden:

1730	.	3	1740	.	4	1750	.	16
1731	.	6	1741	.	—	1751	.	16
1732	.	6	1742	.	7	1752	.	28 *
1733	.	5	1743	.	4	1753	.	14
1734	.	3	1744	.	4	1754	.	13
1735	.	2	1745	.	3	1755	.	42 **
1736	.	5	1746	.	3	1756	.	36 ***
1737	.	10	1747	.	4	1757	.	17
1738	.	5	1748	.	5	1758	.	8
1739	.	5	1749	.	9	1759	.	17
in zehn Jahren		50			43			207

also in diesen 3 Decennien durchschnittlich jährlich 10 Erdbeben.

Zugleich aber sieht man aus diesem Beispiele, wie ungleich die Vertheilung auf die einzelnen Zeiträume sey. Die große Menge von Erdbeben seit 1749 und bis 1757 gehören wohl ihrer Hauptursache nach zusammen; es sind die Vorboten und Nachwehen des größten Erdbebens neuerer Zeit, desjenigen wodurch Lissabon am 1. November 1755 zerstört ward.

Einige der größten und merkwürdigsten mögen hier noch erwähnt werden.

373 v. Chr. Heftiges Erdbeben und ungeheure Ueberschwemmungen im Peloponnes. Helike wird vom Meere verschlungen und Bura völlig zerstört.

285 v. Chr. In Japan versinkt ein großer Landstrich, an dessen Stelle der See Biva-ouni entsteht; gleichzeitig entsteigt ein neuer Vulkan dem Boden, der Fousinoyama, der jetzt zu den höchsten der japanischen Vulkane gehört.

* In den einzelnen Monaten: 3. 1. 3. 2. 2. 3 1. 2. 3. 4. 2. 2.
** ,, ,, ,, ,, 2. 1. 1. — — 1 — 2. 2. 2. 15. 16.
*** ,, ,, ,, ,, 6. 8. 5. 3. 2. 2. 1. 1. 1. 2. 3. 2.

244 v. Chr. Auf Rhodus. Der große Koloß wird umgestürzt.

221 v. Chr. Heftiges Erdbeben in Mittelitalien an dem Tage, wo Hannibal am thrasimenischen See siegt. Man zählte 57 Stöße (wahrscheinlich von verschiedenen Orten zusammengerechnet.) Mehrere Städte wurden ganz verwüstet und Berge stürzten ein.

95 v. Chr. In diesem Jahre Ausbruch des Epomeo, Verwüstung Rhegiums durch ein Erdbeben, Aufeinanderprallen zweier Berge im Modenesischen und (wahrscheinlich auch 95) Ausbruch auf Volcano.

57 v. Chr. In China stürzen viele Berge ein und füllen die Thäler.

17 n. Chr. Dreizehn Städte in Kleinasien (Ephesus, Magnesia, Sardes, Mosthene, Caesarea, Philadelphia, Tmolos, Temnos, Kyme, Myrrhine, Apollonia, Dia, Aegae) von einem heftigen Erdbeben verwüstet.

33 n. Chr. Erdbeben während der Kreuzigung Jesu Christi. In Bithynien wird dadurch Nicaea zerstört, bei Gaeta ein Felsen von oben bis unten gespalten. Ueber seine Wirkungen in Palästina vergl. Matthäus 27, Markus 13, Lucas 23.

52 n. Chr. Heftiges Erdbeben in Macedonien; Philippi zerstört; vergl. Acta Apostol. 16.

105 n. Chr. Heftiges Erdbeben in Kleinasien. Von hier ab bis 177 Erdbeben sehr häufig und zerstörend.

262 n. Chr. Erdbeben und mehrtägige Finsterniß (durch Staub?) zu Rom, Verwüstung mehrerer Städte in Libyen und Kleinasien.

359 n. Chr. Schreckliches von Ammianus Marcellinus XVII. 7. genau beschriebenes Erdbeben. Es erstreckt

sich von Pontus durch Kleinasien bis Macedonien. Nicomedia leidet sehr: die an Abhängen erbauten Häuser stürzen ein.

365 (366?) n. Chr. Eins der größten Erdbeben, weit verbreitet. Alexandria, die Gegend von Sparta, 10 Städte in Creta wurden ganz oder zum Theil zerstört. Wahrscheinlich war es dies Erdbeben, in welchem der Tempel zu Delphi seinen Untergang fand.

518 n. Chr. In Dardanien werden 24 Burgen durch ein Erdbeben zerstört, darunter zwei gänzlich mit allen ihren Einwohnern, die übrigen zum größern oder geringern Theile.

555 n. Chr. In Konstantinnopel stürzen Mauern, Kirchen und Häuser ein; das Meer stürzt über die Stadt her, zieht sich dann plötzlich zurück; und eine Menge Schiffe gehen unter. Es verbreitet sich weit durch Asien und Europa und bis nach Alexandrien in Aegypten.

684 n. Chr. Heftiges Erdbeben in Japan, im südwestlichen Theile der großen Insel Sikokf. Gegen 20 Quadratmeilen Land sollen ins Meer gesunken seyn.

749 n. Chr. Heftiges Erdbeben in Syrien und Mesopotamien. Eine 200 Schritt lange Erdspalte öffnet sich.

764 n. Chr. Drei neue noch jetzt bewohnte Inseln erheben sich bei Japan während eines Erdbebens.

794 n. Chr. Ein Erdbeben stürzt den Pharus zu Alexandrien um.

822 n. Chr. Großes Erdbeben in Norddeutschland. Eine Strecke Landes in der Altmark, zwischen Salzwedel und Wittenberge wird bleibend emporgehoben.

856 n. Chr. Große Erdbeben in vielen Gegenden der Erde: in Deutschland (Mainz und Worms) Japan

und Vorderasien. Zu Comisene kommen 45000 Menschen um.

859 n. Chr. Syrien von Erdbeben verheert. In Antiochia stürzen 1500 Häuser und 90 Mauerthürme ein: Laodicea und Gabala gehen fast ganz zu Grunde und nur wenige Einwohner retten sich: ein Theil des Berges Askraeos stürzt ins Meer.

957 n. Chr. Am Kaspischen Meere: Rai und Thalekan verschüttet. Das Meer weicht gegen 300 Ellen zurück; man sah viele Inseln, die vorher nie bemerkt worden waren.

974 n. Chr. Erste Nachricht von einem Erdbeben in England.

1007 n. Chr. Zu Deinar, in Irak, heftiges Erdbeben; 10000 Menschen werden unter den Ruinen hervorgezogen; noch mehrere verschlang die See.

1021 n. Chr. Im südlichen Deutschland. Zu Basel wird der Münster in den Rhein geworfen. Feuermeteore.

1033 n. Chr. In Aegypten, Syrien und Palästina. Balasch ging unter, ebenso mehrere syrische Orte; zu Jerusalem stürzen die Tempelwände ein, Akra wird zur Hälfte zerstört. Viele, die auf dem Grunde des zurückgetretenen Meeres zu gehen versuchten, wurden von der rasch zurückkehrenden Fluth verschlungen.

1040 n. Chr. Zu Tauris in Persien große Verwüstungen, 5000 Menschen sollen umgekommen seyn. Auch in Afrika wird das Erdbeben empfunden und Smyrna hart heimgesucht.

1052 n. Chr. In Chusistan, besonders in der Nähe der Stadt Aodschan, ein heftiges Erdbeben; ein großer Bergriß auseinander und man erblickte in seinem Innern Stufen aus Ziegeln und Kalk. (?)

1069 n. Chr. Zu Ramla im südlichen Palästina. Das Meer tritt weit zurück. Viele wollen die versunkenen Gegenstände aufsuchen; doch die rückkehrende Fluth verschlingt die meisten. Eine Menge Gebäude stürzen ein.

1086 n. Chr. In Syrakus stürzt bei einem Erdbeben die Hauptkirche ein und begräbt viele Menschen.

1115 n. Chr. In Haleb, Samosata, Edessa, Haran, Balasch u. a. O. große Verwüstungen; die Stadt Marasch ganz zerstört. In eben diesem Jahre soll durch ein Erdbeben die Sundastraße zwischen den (vorhin zusammenhängenden) Inseln Sumatra und Java entstanden seyn.

1117 n. Chr. 3. Jan. In Oberitalien, der Schweiz und Deutschland bis Böhmen und Lüttich; südwestlich bis Lissabon hin. In Cremona stürzt die Kathedrale ein. — Zwischen 1009 und 1270 litt Lissabon sehr durch Erdbeben; einigemale ward die Stadt ein Trümmerhaufen.

1138 n. Chr. Lang andauerndes Erdbeben in Syrien und Mesopotamien, besonders Haleb. In demselben Jahr zwanzig Erdstöße zu Würzburg, und ein Ausbruch des Vesuv.

1139 n. Chr. Gansana in Persien zerstört, 100000 Menschen kommen um. Schwarzes Wasser dringt aus der Erde, auch Haleb und Ambar werden schwer getroffen.

1158 n. Chr. In ganz Syrien, über 60 geographische Meilen sich forterstreckend. Aus vielen zerstörten Städten konnte Niemand sich retten; die Einwohner von Haleb hatten Zeit zur Flucht; in Damascus, Antiochia u. a. O. sehr heftig. England empfindet in demselben Jahre Erdbeben; der Themsegrund in London wird trocken.

1170 n. Chr. Schreckliches 25 Tage anhaltendes Erdbeben in Syrien. Die Erdoberfläche schwankte wie ein

Schiff auf der See. Auch Sicilien, Ungarn, die Schweiz und Deutschland leiden.

1197 n. Chr. Das Dorf Longaw im Böhmerwalde durch Erdbeben zerstört. Stöße ein halbes Jahr lang.

1255 n. Chr. In der nördlichen Verlängerung der 1158 betroffenen Linie, im Paschalik Siwas, ein Erdbeben, wobei sich Schlünde öffneten und mehrere tausend Menschen umkamen. In einem großen Thale entsteht ein See.

1287 n. Chr. Die zur Pabstwahl in Rom versammelten Kardinäle werden durch ein Erdbeben verjagt.

1348 n. Chr. Längs der Alpen, besonders in Tyrol, Krain, Kärnthen u. s. w. 26 Städte, auch Venedig, werden davon hart betroffen. Erschütterungen 40 Tage lang.

24. Aug. 1356 n. Chr. In Lissabon. Ein viertelstündiges Erdbeben zerstört eine Menge Gebäude. Die nachfolgenden Stöße dauern ein Jahr lang.

18. Oktbr. 1356 n. Chr. Das heftigste Erdbeben unter denen die Basel betroffen haben. Auch Straßburg, Bern, Lausanne u. a. werden hart betroffen; überhaupt 38 Orte verwüstet. Das Wildbad bei Rothenburg an der Tauber soll dadurch entstanden seyn.

1382 n. Chr. Durch ganz England mit heftigen, mehrere Tage anhaltenden Bewegungen des Meeres. Das Jahr fast ohne Wind. In demselben Jahre Erdbeben in Frankreich und der Schweiz.

25. Nov. 1427 n. Chr. Erdbeben im Meere bei Santorin; eine um 720 entstandene Insel Hiera wird dadurch vergrößert.

1505 n. Chr. Kabul erleidet ein schreckliches Erdbeben. An vielen Stellen spaltet der Boden, Quellen und Bassins treten an die Stelle des vormaligen festen Grundes. Vier

Wochen lang bleibt kein Tag und keine Nacht von Stößen frei; an einem Tage zählt man 33.

1510 n. Chr. Schreckliches Erdbeben zu Konstantinopel. Es stürzen ein: 109 Moscheen, 1070 Häuser, der größte Theil der Thürme und Mauern der Stadt und des Serails. 45 Tage lang bebt die Erde fast in der ganzen Türkei; Demotika wird ganz, Tschorum zur Hälfte vernichtet. Der Sultan wohnte 10 Tage lang unter einem Zelt, als es ihm zu arg ward, flüchtete er nach Adrianopel, doch auch dort brach bald nachher ein fürchterliches Erdbeben los; die verwüstete Stadt ward mit der Fluth und dem Schlamme der Tundscha überschüttet.

1530 n. Chr. Cumana und Paria in Südamerika leiden stark. In den Bergen von Cariaco entsteht ein ungeheurer Spalt, aus dem eine große Menge salzigen Wassers dringt.

1538 n. Chr. Entstehung des Monte Nuovo bei Pazzuoli, nachdem schon zwei Jahr lang heftige Bewegungen in Unteritalien statt fanden. Der Berg, in einem Umkreise von 8000 Fuß, wird in zwei Tagen 413 Fuß hoch emporgetrieben. (Dieß ist seine jetzige Höhe, ursprünglich war es vielleicht noch mehr.) Der Berg und sein Krater, der auch anfangs erumpirte, besteht noch. Auch Quito leidet in diesem Jahre durch ein heftiges Erdbeben.

1539 n. Chr. 27. Juni Abends 7 Uhr. Im sächsischen Erzgebirg.

1556 n. Chr. Schreckliches Erdbeben in China. Ein Bezirk von 36 geographischen Meilen Umfang in der Provinz Chan-si verschwindet und wird ein See; alle Bewohner bis auf einen Knaben, kommen um. In demselben Jahre auch an vielen Orten Europa's schwere Erdbeben.

1570 n. Chr. 17.—19. Nov. 84 Erdstöße, darunter 36 sehr starke, zu Ferrara, Florenz, Modena und Venedig. Ferrara zum dritten Theil zerstört, darunter sechs Kirchen.

1580 n. Chr. am 6. April. London und ganz England empfinden ein heftiges Erdbeben; in Dover wird ein Felsen und ein Theil der Burgmauer ins Meer geworfen.

1582 n. Chr. Arequipa in Peru und viele andere Orte verwüstet.

1586 n. Chr. Nangasuma in Japan bei einem Erdbeben vom Meere verschlungen. Aus den breiten Erdspalten die sich an vielen Orten öffnen, dringt Schwefelgeruch.

1597 und 98 n. Chr. Heftige Erdbeben in Lissabon. In drei Straßen stürzen die Häuser ein.

1601 n. Chr. am 7. und 8. Septbr. In Süddeutschland, sehr weit verbreitet. Von Lausanne bis nach Böhmen, Hessen und den Niederlanden; auch in Gotha.

1627 n. Chr. Mehrere Monate lang heftige Erdbeben im Königreich Neapel. Die Hauptlinie der Zerstörungen geht von Bovino im O der Apeninen bis zur Mündung des Fortore. An mehreren Orten unterirdisches Brausen und Schwefelgeruch.

1638 n. Chr. vom März an. Sehr heftiges Erdbeben in Calabrien. Cosenza und Martonaro werden gänzlich, über 30 andere Orte theilweis zerstört. In Scigliano öffneten sich große Spalten; der Ort ward der Erde gleich gemacht. Der nördlichste Punkt der Richtung des Erdbebens ist Ferranova, der südlichste Reggio; die Linie liegt nahe parallel derjenigen, welche das Erdbeben von 1627 nahm. Noch im April, Mai und besonders am 8 Juni heftige Stöße und neue Verwüstungen.

1646 n. Chr. Im April gleichzeitig zu Livorno und

Constantinopel am 31. Mai in Apulien an der Küste des adriatischen Meeres; später auch in Dänemark. Gegen Ende des Jahres erfolgen Ausbrüche des Aetna, auf den Canarien und Molucken.

1650 n. Chr. ist mit Ausnahme des April jeder Monat mit einem oder mehreren Erdbeben bezeichnet. Fast alle treffen Basel; einige auch noch andere benachbarte Orte, und sie dauern bis zum 12. Februar 1651 fort.

1654 n. Chr. 23. Juli. Nicht weit verbreitet, aber äußerst heftig. Es traf einen Bezirk in Terra di Lavoro zwischen Aloito und Pontecorvo. Letzterer Ort, so wie Bellomonte, wurden größtentheils zerstört. Spätere Stöße in diesem Sommer wurden auch an andern Orten, worunter Rom, empfunden.

1659 n. Chr. am 5. Nov. Nachts. In Calabrien, äußerst verwüstend. In Soriano, was von der Erde verschwand, kam fast Alles um. Die betroffenen Orte liegen zwischen Pizzo und Mileto im Westen der Apeninenkette, nur Catanzaro, was ebenfalls genannt wird, im Osten derselben.

1660 n. Chr. ist sehr reich an Erdbeben, mehr noch 1661, wo unter andern Mittelitalien und Venedig getroffen ward und bei Solothurn ein Felsen einstürzte. In Japan versinkt ein Berg spurlos.

1667 n. Chr. 6. April. Dalmatien, namentlich Ragusa, wo sich große Felsenmassen losrissen und über die Stadt herstürzten, auch Constantinopel und Smyrna leiden durch Erdbeben.

1670 n. Chr. Halle am 22. Jan. von Erschütterungen betroffen; um dieselbe Zeit die Gegend von Pernau in Lifland.

1677 n. Chr. 13. Novbr. Auf der Kanarischen Insel Palma im Bezirk Fuen Caliente. Die Erde borst an mehreren Stellen mit heftigem Getöse; sie dauerten bis zum 17., wo sie besonders heftig wurden und eine Eruption des Berges los Corales erfolgte.

1682 n. Chr. am 2. Mai Morgens ein weit verbreitetes Erdbeben, von Savoien und der Provence bis Paris und selbst bis Thüringen. In den nächsten Tagen noch mehrere; am 13. ein heftiges, wo bei Remiremont an der Mosel ein Erdspalt entstand aus welchem Flammen drangen.

1688 n. Chr. von 5.—8. Juni. Auf einem Striche von Neapel nördlich bis zum Apennin. In Neapel stürzt unter andern die Kuppel einer Kirche ein. Bei Matese entstehen Erdspalten, auch bei St. Giorgio eine zwei Miglien lange von unergründlicher Tiefe. Im August wird Smyrna stark erschüttert.

1690 n. Chr. am 4. Decbr. In Deutschland, bis Dresden, Altenburg und Jena hinauf. Zwei Wochen später in Kölln.

1692 n. Chr. 7. Juni. Eins der größten auf Jamaika. Der Boden der Insel bewegt sich wie das Meer und bekommt Risse; viele Striche am Meere versinken, so die Magazine am Hafen von Port Royal bis 48 Fuß tief, ohne einzustürzen, denn man sah die Schornsteine noch über dem Wasser. Die Breite einer Straße der Stadt ward verdoppelt. Auf der ganzen Insel waren die größten Umwälzungen vorgegangen.

1693 n. Chr. vom 9.—11. in Sicilien und andern Gegenden Europa's. Am 11. um 9 Uhr Abends fürchterlicher Stoß, der 60 Städte und Dörfer gänzlich zerstörte; zu Catanea allein kamen 18000 Menschen um. Der Boden

des Meeres um Sicilien sank nieder. Bis in Holland will man das Erdbeben gefühlt haben.

1703 n. Chr. Heftiges Erdbeben in Abruzzo, das bis Venedig empfunden wird. Viele Berge stürzen ein, die Erde öffnet sich in großen Spalten und es entstehen Seen. Mehr als 80 Orte wurden verwüstet. Mit diesem ersten am 14. Jan. eröffnet eine ganze Reihe von Erdbeben. Das am 2. Febr. war noch heftiger, traf denselben Landstrich und zerstörte Aquila gänzlich, wobei 5000 Menschen umkamen. So geht es bis in den Juli fort. Auch Frankfurt und Hanau werden am 6. Mai betroffen.

1707 n. Chr. Entsteht während eines Erdbebens eine neue Insel bei Santorin, die bis 1712 anwuchs und 400 Fuß hoch ward, bei einem Umfange von 30000 Fuß. Das Meer an dieser Stelle war vorhin mit 100 Faden (600 Fuß) nicht zu ergründen gewesen.

1719 n. Chr. Entsteht in den Azoren bei Terceira eine neue Insel, die 1723 wieder verschwindet, nachdem sie allmählich zusammengesunken war.

1720 n. Chr. Starke Erschütterung im Erzgebirg, auch zu Leipzig.

1727 n. Chr. Im Spätjahr heftiges Erdbeben in Nordamerika, bei Newburg nördlich von Boston, wo sich die Erde öffnete. Auch Boston empfand schwache Stöße.

1731 n. Chr. 30. Novbr. 11 Uhr Morgens. Schreckliches Erdbeben in China. In Peking werden die Gebäude wie durch eine Mine in die Luft gesprengt, in weniger als einer Minute kommen über 100000 Menschen unter Trümmern um. Dem ersten Stoße folgen noch 23 schwächere bis zum folgenden Morgen.

1732 n. Chr. Am 29. Novbr. Ein Erdbeben das sich

strahlenförmig vom Vesuv aus verbreitet. Ein Radius traf Neapel, ein zweiter Benevent, ein dritter lief nach Ariano, welcher Ort fast ganz zerstört ward, und so finden sich noch fünf andere Strahlen, der letzte, nach Calabrita, ist dem ersten grade entgegengesetzt.

1733 n. Chr. 18. Mai Im mittlern Deutschland, zu Mainz, Frankfurt, Gießen, Hanau u. s. w. In Mainz stürzen Schornsteine ein und Glocken schlugen von selbst an.

1737 n. Chr. Vom 11.—28. Mai sieben und sechzig Erdstöße zu Karlsruhe. Der 17. und 20. Mai waren Ruhetage; außerdem fast beständiges Beben. Hielt man das Ohr auf die Erde, so hörte man ein Geräusch wie von siedendem Wasser, auch war die Erde beständig sehr warm. Am 6. Oktbr. desselben Jahres starkes Erdbeben in Kamtschatka, was sehr große Veränderungen der Bodengestaltung bewirkt.

1742 n. Chr. Vom 16.—27. Jan. zu Livorno. Am letzten Tage war der heftigste Stoß, das Meer gerieth in Bewegung und viele Gebäude der Stadt wurden beschädigt.

1746 n. Chr. Am 28. Oktbr. 10½ Abends. Zerstörendes Erdbeben zu Lima und Callao. Zweimal zog sich das Meer zurück, kehrte wieder und verschlang die Stadt Callao; es soll 80 Fuß über seinen Normalstand gestiegen seyn. Ein Theil des damaligen Landes ist jetzt Meeresbucht. Noch vier andere Hafen an dieser Küste wurden verwüstet. Die Stöße (deren man 451 gezählt haben will, wiewohl alle schwächer als der erste) dauerten fort bis 24. Februar 1747. Auch in Oberwallis war an demselben Tag ein starkes Erdbeben.

1749 n. Chr. Mit diesem Jahre eine Folge von Erdbeben, die an Häufigkeit wie an Stärke stets zunehmen und

so die große Katastrophe von 1755 einleiten. Besonders litten 1749 Island, Mexiko (wo Zapotlan zerstört ward), Valencia (25. März, über 5000 Menschen kommen unter Trümmern um); 1750 Liverpool, Lancaster u. a. Orte (13. April); das südliche Frankreich (24. Mai, mit Felsenstürzen in den Pyrenäen) Chili (an demselben Tage mit großem Menschenverlust durch Ueberfluthung); 1751 Haiti und die übrigen Antillen, Neapel, Venedig. So geht es fort; in den verschiedensten Erdgegenden zeigen sich die Erdbeben theils gleichzeitig, theils nahe aufeinander folgend. In keinem der früheren Jahrhunderte, so weit wir detaillirte Nachrichten besitzen, scheint Aehnliches in gleichem Maße stattgefunden zu haben. Vulkanische Ausbrüche blieben zwar nicht aus, allein sie waren schwach und vereinzelt, und so fand der im Innern fort gährende Stoff keine genügende Ableitung.

1755 n. Chr. Am 1. Novbr. um 9 Uhr 40 Minuten Morgens Lissaboner Zeit erfolgte das schrecklichste aller Erdbeben der neuern Zeit. Gleich der erste Stoß vernichtete in 6 Sekunden den größten und schönsten Theil Lissabons; die Zahl der Umgekommenen wird auf 40—50000 angegeben. Sehr viele derselben hatten Rettung auf dem mit ungeheuren Kosten von Marmorquadern neuerbauten Kai gesucht, als plötzlich das Meer furchtbar stieg und der Kai mit allen darauf Versammelten in die Tiefe versank. Eine Menge daran liegender Fahrzeuge traf das gleiche Schicksal. Die Tiefe des Meeres an der Stelle des ehemaligen Kai fand sich hernach 600 Fuß.

Schwer getroffen wurde ganz Portugal, das südliche Spanien (Conil gänzlich verwüstet), die westlichen Theile von Marocco, namentlich die im Meridian von Lissabon

liegenden Punkte. Zu Tanger stürzte ein Vorgebirg ein; zu Fez Häuser und ein Theil eines Berges; Salle, Mequinez, Saffé erfuhren Aehnliches; bei Marocco versank ein Dorf in einem Schlund; bei Mogador versank eine Reihe von Klippen, die bisher den Zugang gesperrt hatte, und seitdem hat die Rhede dort eine Tiefe von 120 Fuß und kann die größten Schiffe aufnehmen.

Die Phänomene des Versinkens großer Strecken, namentlich das des Kais von Lissabon und der Klippen von Mogador fanden auf einer von N nach S gerichteten Linie statt, und eben daselbst bemerkte man auch die ungeheuren Wellenbewegungen des Wassers, die wie die Stöße auf dem Lande, in einer auf dem Meridian senkrechten Richtung erfolgten. v. Hoff schließt daraus, daß sich im Meridian von Lissabon und in der Richtung auf Mogador zu, in großer Tiefe unter dem Boden des Meeres eine Kluft befunden habe, aus welcher die Eruption erfolgte. Beim Durchbruch der Wölbung dieser Kluft mußten die beiden Wände einstürzen, mit ihnen stürzte Alles was darauf war, in die unergründliche Tiefe (nie sind Trümmer der Kais oder der Schiffe an demselben wieder zum Vorschein gekommen). Das Wasser des Meeres mußte gewaltsam hineinstürzen und sie ausfüllen, und dies mußte rückwirkend jene ungeheuren Wellenbewegungen veranlassen, die man 50 Meilen weit im atlantischen Meere und selbst bei den westindischen Inseln wahrgenommen hat.

Außer Rußland und der Türkei scheinen nur wenige Gegenden Europa's von diesem Erdbeben ganz frei geblieben zu seyn. Selbst in den brandenburgischen Marken wurden in den Seen ungewöhnliche Bewegungen bemerkt und die Kirch'schen meteorologischen Beobachtungen Berlins führen,

wiewohl mit einem (?), ein Erdbeben auf. Namentlich sind zahlreiche und sehr detaillirte Wahrnehmungen aus England aufgeführt.

Den ganzen November hindurch gab es wenige Tage, wo nicht Lissabon und andere, selbst weit entlegene Orte, aufs neue Stöße empfanden, deren einige, wie der am 8. Novbr., noch mehrere Gebäude umwarfen. Auch in den nächstfolgenden Jahren ging es so fort. 1756 und Anfangs 1757 war Lissabon stets der am häufigsten betroffene Ort, gleichsam das Centrum der Bebungen; später vereinzelten sie sich mehr auf verschiedene Punkte, auch solche die sonst wenig betroffen werden, wie Lappland und die Gegenden am weißen Meere den 6. und 31. December 1758.

Wenn besonders seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts die Nachrichten von Erdbeben sich sehr häufen, so muß man daraus nicht sofort auf eine wirkliche Zunahme der Thätigkeit des Innern der Erde schließen. Die rasch zunehmende geographische Kenntniß auch der bis dahin ganz unbekannten Gegenden nicht minder als die größere Aufmerksamkeit, angeregt durch allgemeinere Verbreitung der Naturkunde, tragen das ihre dazu bei, abgesehen von dem so sehr erleichterten Verkehr und den jetzt so zahlreichen literarischen Organen der Mittheilung. Hier nur noch einiges Wenige.

Der gewaltsamen Entladung von 1755 folgte eine 20jährige Periode, in welcher die vulkanischen Ausbrüche, namentlich des Aetna und der isländischen Vulkane ziemlich hinreichend schienen, so zerstörende Wirkungen abzuleiten. Aber schon in den 70er Jahren des 18. Jahrhundert häufen sich die Erdstöße in Italien, verbreiten sich allmälig auch über andere Gegenden und werden seit 1780 heftiger und

zerstörender. In Messina dauerte sogar während des Aetna-Ausbruchs am 18. Mai 1780 das Erdbeben fort. Die Vorzeichen der neuen Katastrophe hatten große Aehnlichkeit mit denen die sich seit 1749 zeigten.

1783 n. Chr. Am 5. Febr. um 12 Uhr neap. Zeit erfolgte der erste und heftigste Stoß. Der Mittelpunkt war Oppido in Calabrien, was gänzlich zu Grunde ging. Um diesen Ort liegen in einem Halbmesser von 5½ Meilen die hart betroffenen, und in einem zweiten von 18 Meilen Radius die milder berührten Orte. Nachdem im Februar und März die Stöße noch oft wiederholt hatten, erfolgte am 28. März ein dem ersten fast gleicher, ebenso verderblicher und noch weiter verbreiteter Stoß. Hamilton, der diese Gegenden bald nach der Katastrophe besuchte, gibt eine ergreifende Schilderung der angerichteten Verheerungen. Die Zahl der Getödteten war vielleicht eben so groß als 1755 in Lissabon: größer noch war die der Verwundeten, denn es war nicht wie dort, ein gewaltsames und plötzliches Verschlingen des Bodens, sondern eine Menge Verschiebungen und Einstürze erfolgt. Berggipfel lösten sich ab und stürzten in die Thäler; überhaupt wurden die festern, tiefer liegenden Schichten am gewaltsamsten zerrissen und erschüttert; die lockere Erde an der Oberfläche häufig nur verschoben, einige Pflanzungen, ohne Beschädigung der Bäume, wohl eine italienische Meile weit.

Das Apeningebirge ward in seinem Hauptzuge gar nicht, nur in seinen Vorbergen und Ausläufern erschüttert. Es setzte der Verbreitung nach O sogar Grenzen, denn nur da, wo der Apenin gleichsam eine Lücke hat, ein Parallel von Catanzaro, wirkte das Erdbeben vom 28. März auf die östliche Seite hinüber. Die bedeutenden Veränderungen

der Bodengestaltung, welche es hervorgebracht, sind größtentheils bleibende gewesen, namentlich die Teiche, deren in Calabria Ultra gegen 50 entstanden seyn sollen.

Zu bemerken ist noch, daß am 13. April 1783 Lissabon ebenfalls einen starken Erdstoß empfand, auch noch in gegenwärtigem Jahrhundert, namentlich 1816 und 1818, sind dort deren verspürt worden.

1840 n. Chr. Eins der neuesten Erdbeben ist das, bei welchem der Gipfel des den Anwohnern heiligen Berges Ararat einstürzte, und dessen Verheerungen in den transkaukasischen Gegenden sehr bedeutend waren.

Es geht aus allen Thatsachen, die wir über Erdbeben gesammelt haben, hervor, daß sie eben so wenig als die vulkanischen Erscheinungen an Gebirge geknüpft sind. Die massenhaftesten und höchsten Gebirge, wie die Alpen, scheinen vielmehr Dämme als Heerde der Erdbeben zu seyn. Dem Stoße der heftigsten Erdbeben können freilich auch die Urgebirge nicht ganz widerstehen; deutlich aber zeigt es sich auch bei diesen, daß die Erschütterung nicht von ihnen ausgehe. Das Niveau der Oberfläche ist hierbei überhaupt von geringer Bedeutung, und Alles führt uns darauf, daß es im Innern der Erde, wohl einige Meilen tief unter der Oberfläche, große Höhlen gebe, die sich weit verzweigen und vielleicht mit noch größeren in bedeutenderer Tiefe zusammenhängen. Die Wassermassen sammeln sich in ihnen, werden durch die Hitze in Dämpfe verwandelt und suchen einen Ausweg. Diesen verschaffen sie sich durch Eruptionen, wodurch sie Vulkane erschaffen und zum Theil in fortgesetzter Thätigkeit erhalten; allein einerseits kann schon dies nicht ohne alle Bewegungen des Bodens abgehen, andrerseits reichen die Vulkane nicht hin, indem sie sich

von Zeit zu Zeit selbst verstopfen, vielen Gegenden auch gänzlich fehlen. In solchen Fällen erfolgen dann jene heftigen Detonationen und gewaltsamen Umstürzungen, deren wir oben mehrere erwähnt haben. Vielleicht, daß es einst gelingt, durch fortgesetzte genaue Beobachtungen über Richtung, Verbreitung und Stärke der Erdbeben die Gestalt, Größe und Lage jener unterirdischen hohlen Räume annähernd zu bestimmen.

§. 115.

Es erhellt aus dem Vorigen, daß die Vulkane und Erdbeben sehr mannichfaltige und zum Theil bedeutende Veränderungen der Erdoberfläche bewirkt, und daß ein großer Theil dieser Veränderungen Bestand gewonnen habe. Aber es wäre eine sehr einseitige Ansicht, wollte man alle Veränderungen, welche seit der ersten Bildung des Erdkörpers mit demselben vorgegangen sind, unter die oben bezeichnete Art klassificiren. Andere und zum Theil noch gewaltigere Naturkräfte haben das Ihrige dazu beigetragen, und wenn es uns auch nie gelingen sollte, jede Veränderung auf ihren wahren Ursprung mit Sicherheit zurückzuführen, so ist doch eine große Anzahl derselben mit aller Bestimmtheit nicht vulkanisch.

Wenn in der gegenwärtigen Zeit, nachdem die klimatischen und andern Verhältnisse der einzelnen Gegenden im Allgemeinen constant geworden sind, zwischen Niederschlag und Verdünstung überall ein Gleichgewicht in dem Sinne existirt, daß die großen, die Landgewässer aufnehmenden Becken an den Luftkreis eben so viel direkt abgeben, als sie indirekt von ihm empfangen, so folgt daraus keinesweges, daß dies in der Vorzeit stets so war. Wenn in Folge abnehmender Wärme die Verdunstung eines Bodens

sich verminderte, ohne daß der Niederschlag in den Stromgebieten sofort in gleichem Maße abnahm, so mußte ersteres seine Grenzen erweitern und ein höheres Niveau annehmen. Währte die angegebene Ursache fort, bis einer der natürlichen Dämme, welche die verschiedenen Meeresbecken von einander trennen, nicht mehr Widerstand zu leisten vermochte, so erfolgte ein Durchbruch des einen Beckens in das andere.

Die größten derartigen Veränderungen müssen sehr frühen Epochen des Erdballs angehören, da keine Geschichte, höchstens eine dunkle Sage derselben erwähnt. Auch ist dies schon daraus zu schließen, daß, wie früher dargethan, bedeutende klimatische Veränderungen größerer Erdstriche in der historischen Zeit nicht vorkommen. Wir werden also fast allein auf die Betrachtung des Bodens hingewiesen und müssen versuchen, aus den natürlichen Denkmälern die alte Geschichte unsers Erdkörpers abzuleiten, so weit dies möglich ist.

§. 116.

Die Gegend zwischen dem schwarzen und kaspischen Meere, so wie die Umgebungen des letztern und des Aralsees, tragen mehr oder minder deutliche Spuren einer einstmaligen Ueberfluthung. Die vom Kuban und Manytsch durchzogenen Steppen im Norden des Kaukasus, die untern Theile des Laufs der Wolga und Ural, so wie der von Osten her in den Aralsee, und einst wahrscheinlich in das kaspische Meer mündenden Flüsse mit ihren unendlichen Verzweigungen, wodurch jedes dieser Flußdelta's in Tausende von Inseln zerschnitten wird, die stagnirenden salzigen Seen, die sich besonders im Norden des kaspischen Meeres so überaus häufig finden, sind sprechende Thatsachen für

diese Behauptung. Andrerseits zeigt uns der Bosporus, durch den das schwarze Meer mit dem Marmormeer und mittelbar mit dem ägeischen zusammenhängt, sehr deutlich die Gestalt eines Stromes, der sich einst zwischen Felsen seinen Weg bahnte.

Beide Wahrnehmungen führen dahin, anzunehmen, daß einst das schwarze Meer gegen das Marmormeer hin geschlossen gewesen, dagegen mit dem kaspischen und asowschen in Verbindung gestanden habe, und daß namentlich gegen Norden und Osten hin die Ufer dieses vereinigten Gewässers viel weiter als jetzt sich erstreckten. Die zahlreichen wissenschaftlichen Reisen von Pallas bis Göbel haben uns die Gestaltung jener Gegenden kennen gelehrt. Pallas glaubt die Mündung des Donetz in den Don als Grenzpunkt des ehemaligen asowschen Meeres setzen zu müssen. Hier zieht eine Anhöhe von Flötzkalk ostwärts und bezeichnet das alte Seeufer. Weiter östlich zeigt sich an den Nordrändern der Steppe, die sich noch heut nur wenig über das kaspische Meer erhebt, ein mit Kalkmasse gebundenes Konglomerat von Sand, mehr als 200 Fuß über die Steppe emporragend und das höhere Land wie ein Kranz umgebend. Erst jenseits dieses Randes zeigen sich Flötzlager ohne Sandbedeckung. Bei Sarepta, wo das hohe Land zurücktritt und gleichsam einen Busen bildet, zeigen sich vitriolhaltige Lagen von Schlamm mit Spuren von Schilf und Seemoor. So läßt sich wenigstens in den genauer untersuchten Theilen dieser Gegend mit ziemlicher Sicherheit die Grenze des ehemaligen Meeres nachweisen.

In dieses Meer ergossen sich nun sämmtliche Gewässer von der Donau bis zum Oxus herum, die zusammenge-

nommen eine ungeheure Wassermasse haben, während die, welche der Taurus, Kaukasus und Paropamisus von S her hinein ergossen, weit weniger betragen. In der Epoche unserer Erde, wo die Temperatur auch der nordischen Gegenden höher als jetzt, und der der südlichen näher stand, genügte die Ausdünstung der gesammten Meeresmasse, um die hinzuströmenden Gewässer zu absorbiren. Als nach und nach von den Polen aus die Abkühlung der Erdoberfläche sich in die gemäßigten Zonen verbreitete, verminderte sich die Ausdünstung dieses Meeres, ohne daß sich die Niederschläge in den nördlich liegenden Landschaften in gleichem Maße verminderten. Ein Steigen des Meeresspiegels war die Folge, zugleich aber ein Anstürmen der Fluthen gegen den Damm, der damals Thrazien mit Kleinasien vereinigte, und auch wohl ein Unterwaschen der Küste. War es zuletzt vielleicht nur ein einzelner Felsen, der noch Widerstand leistete, so mußte in dem Augenblick wo dieser nachgab, eine ungeheure Fluth hervorbrechen, das ägeische Meer erhöhen, gewaltsam gegen alle Küsten desselben anstürmen und die niedern Landschaften Thessaliens, des Peloponnesus u. a. verwüsten, oder auch bleibend unter den Wellen begraben. Eine von Strabo angeführte Sage läßt die Fluth, vor welcher Dardanus aus Arkadien floh, sich bis nach Aegypten und Cyrenaica erstrecken, was als momentan gar nicht unwahrscheinlich ist, wenn ein Meer, das nach den angeführten Erscheinungen an seiner ehemaligen Nordküste zu schließen, mehr als 100 F. über dem jetzigen Niveau des schwarzen und ägeischen Meeres lag, und das gegen 30000 Quadratmeilen Oberfläche gehabt haben mag, plötzlich durchbrach.

In Folge dieses Durchbruchs ward nun aber der Propontis nicht allein unter sein damaliges — nach unserer

obigen Annahme gestiegenes — sondern auch sogar unter sein früheres Niveau erniedrigt, und die seichtern Stellen desselben traten als trocknes Land hervor. Der Umfang verminderte sich und zu beiden Seiten des jetzigen kaspischen Meeres entstanden breite Isthmen, die das Ganze in drei Massen trennten. Nach dieser Trennung hörte die Fluth allmählig auf und es bildete sich ein fortwährender ruhiger Strom, der Bosporus, der noch heut in der Gestalt seiner Ufer, namentlich bei Bujukdere, deutlich zeigt, daß nur eine aus dem Propontis hervorstürmende Fluth sie so bilden konnte.

Das kaspische Meer steht jetzt 94 Fuß tiefer als das schwarze, und auch die Wolga liegt da, wo nur ein schmaler Isthmus sie vom Don trennt, reichlich eben so tief unter diesem. Wahrscheinlich war nach der Trennung beider Meere das Becken, welches für das kaspische geblieben war, für die Wolga allein zu groß, so daß die Verdunstung hier stärker als der Zufluß war. Es mußte folglich sinken, und die Wolga eben in Folge dieses Zurückziehens auf dem neuen Boden ihren Lauf verlängern und sich durch Quellen verstärken, bis beide wieder im Gleichgewicht standen.

Auch der Aralsee zeigt deutliche Spuren, daß er von seinem ehemaligen Stande herabgesunken sey, und fast die Hälfte desselben besteht aus Sümpfen, zwischen denen zahllose Inseln liegen. Er konnte aber, da ihm mehrere im Verhältniß zu seinem Umfange sehr bedeutende Zuflüsse von O her blieben, nicht so tief als das kaspische Meer sinken: auch geben ihm neuere Untersuchungen 117 Fuß Höhe über dem letzteren, so daß er auch das schwarze Meer noch um etwas überragt.

§. 117.

Dies ist der wahrscheinlichste Vorgang, für den freilich die historischen Belege so gut als gänzlich ermangeln, den wir aber aus der Natur der Sache hergeleitet haben und von dem mindestens die Sage noch einige Spuren gerettet hat. Auch dieß letztere kann man nun von andern ähnlichen Vorgängen, die eine wesentliche Veränderung des Verhältnisses zwischen Land und Meer bewirkten, nicht anführen. Höchstens könnte noch Einiges für den Durchbruch des atlantischen in das mittelländische Meer beigebracht werden: nur trägt das, was wir bei Diodor und andern finden, weit weniger den Charakter einer Sage als eines Philosophems, das sogar ziemlich späten Ursprungs zu seyn scheint. War doch selbst die Thatsache, daß das atlantische Meer in das Mittelmeer ströme, bei den Alten keinesweges festgestellt, wie denn in der That erst neuere Untersuchungen es außer Zweifel gesetzt haben. Man glaubte häufig der Strom nehme die umgekehrte Richtung, und so erzeugte sich die Idee, der Durchbruch der Herkulessäulen Calpe und Abyla sey eine Folge der Ueberfüllung des Mittelmeeres, die durch den Durchbruch des Bosporus veranlaßt worden. So mag die Meinung der Historiker und Geographen, die sich durch Betrachtung des gegenwärtigen Zustandes erzeugte, den Anwohnern als Sage angedichtet worden seyn, wie wir Aehnliches auch in unsern Tagen in Beziehung auf die Herthenburg, das Hermannsfeld u. drgl. finden.

Wenn indeß auch nicht die Hauptbegebenheit des Durchbruchs selbst, so scheinen doch einige Nachwirkungen desselben allerdings in die historische Zeit zu reichen. Noch in neueren Zeiten sind merkliche Veränderungen beider

Küsten bemerkt worden, und Eratosthenes und Plinius gedenken einer breiten Sandbank, die sich in der Straße quer herüberzog, und die man die Schwelle des innern Meeres nannte. Mehrere Inseln befanden sich in der Straße, und noch bei Edrisi ist die Rede von Untiefen in derselben, welche größeren Schiffen den Durchgang sperren oder doch sehr erschweren. Jetzt sind weder Inseln noch Untiefen vorhanden, und dies scheint also auf ein fortwährendes Durchwaschen und Hinwegströmen des Grundes hinzudeuten, so daß eigentlich nur der erste Anstoß in die vorhistorische Zeit fällt.

Der Anblick der Gegend spricht allerdings sehr für einen gewaltsamen Durchbruch, ohne jedoch die entgegengesetzte Meinung auszuschließen. Zugleich aber ist klar, daß wenn ein solcher erfolgte, er gewiß nur von der Seite des atlantischen Meeres her statt fand. War einst das Becken des Mittelmeeres nach O wie nach W hin verschlossen, so fällt das große Mißverhältniß zwischen Zufluß und Verdunstung sogleich in die Augen. Den Nil ausgenommen ergießt sich kein einziger Strom erster und nur sehr wenige zweiter Größe ins Mittelmeer, und selbst dieser kann der Wassermenge nach sich mit keinem der drei großen Ströme messen, die von N her ins schwarze Meer fallen. Ebro, Rhone und Po sind zusammengenommen noch nicht dem Don oder Dnepr gleich und alle übrigen, die dem Mittelmeere zufließen, kommen in gar keinen Betracht. Von Gebirgen und Sandwüsten überall dicht umgeben, nehmen seine Zuflüsse meistens nur einen kurzen Lauf und erreichen weder eine beträchliche Breite noch Tiefe. So mußte das Meer fortwährend sinken, und so hatten die Massen, welche es von den benachbarten trennten, einem stets stärker

werdenden einseitigen Drucke Widerstand zu leisten: daß dieser endlich gebrochen wurde ist zu natürlich, als daß man genöthigt wäre zu vulkanischen und andern Kräften seine Zuflucht zu nehmen, welche diesen und andere Durchbrüche bewirkt haben sollten.

§. 118.

Die Straße Bab el Mandeb soll ebenfalls einem Durchbruche des Oceans in das rothe Meer, das einst ein geschlossenes Becken war, sein Daseyn verdanken. Indeß wird das, was uns darüber von arabischen Schriftstellern gemeldet wird (ein König von Jemen habe den vorliegenden Berg mit einem Canal durchstochen und in diesem sey der Ocean gewaltsam eingeströmt) bedeutend entkräftet durch die Nachricht Herodots, daß schon Sesostris aus dem rothen Meere in das erythräische gelangt sey. Uebrigens ist das Ereigniß an sich nicht unwahrscheinlich, denn der ganze arabische Meerbusen nimmt gar keinen Fluß auf, ist fast ganz von Wüsten umgeben und das heißeste aller Meere der Erde. War die Verbindung nicht etwa im ersten Ursprunge schon vorhanden, so mußte das Binnenmeer in einem rapiden Verhältnisse durch Verdunstung, für welche es durchaus an jedem Ersatz fehlte, sinken und somit mußte ein Durchbruch erfolgen. Nur fällt er wohl nicht in die historische Zeit.

Man hat diese Durchbrüche mit den großen Fluthen in Verbindung zu bringen versucht, die gleichfalls der Sagengeschichte angehörend, als die Folgen jener Ereignisse oder doch als mit ihnen zusammenhängend, dargestellt werden: eine an sich nicht unwahrscheinliche Meinung. Nur wird sich weder der Zeitpunkt, noch die genaue Oertlichkeit der noachischen, ogygischen, deukalionischen, chinesischen u. a.

Fluthen jemals bestimmen lassen, und es wird folglich für die Chronologie jener Begebenheiten dadurch nichts gewonnen.

§. 119.

Diese Durchbrüche und die in Folge derselben eingetretenen Veränderungen des Niveaus der Meere müssen allerdings auch entsprechende Veränderungen der Küsten-Contouren, so wie das Entstehen und Verschwinden von Inseln zur Folge haben, doch können sie wohl nicht ganzen großen Haupttheilen des Erdkörpers den Untergang gebracht haben. Die Atlantis der Alten (wenn nicht Amerika darunter zu verstehen ist), die Insel Friesland des Mittelalters und ähnliche Länder haben wohl nie anders als in der Einbildung existirt und mißverstandenen Stellen alter Autoren ihr Daseyn verdankt. Die höchst dunkle Sage von einem Lande Lyktonien, welches an der Stelle des ägeischen Meeres gelegen haben sollte, hat man mit dem Durchbruche des Bosporus in Verbindung gebracht; Euböa, Cypern und die Cycladen sollten Trümmer desselben seyn. Die Tiefe und natürliche Beschaffenheit des jetzigen ägeischen Meeres scheinen die Sage nicht zu unterstützen und das Ganze ist vielleicht nichts als eine Namens-Verwechselung.

Geschichtlich beglaubigt, ja zum Theil unter den Augen der gegenwärtigen Welt noch vor sich gehend, sind dagegen Veränderungen an mehreren flachen Küsten des atlantischen und Mittelmeeres. Das Nildelta Aegypten ist durch Anschwemmung des Nilschlammes entstanden, der noch heut fortfährt seine Mündungen zu verstopfen und Schlammmassen abzusetzen. Umgekehrt hat auch das Meer Wiedereroberungen gemacht, und der See von Abukir, der wahrscheinlich die Stelle von drei oder vier alten Städten

einnimmt, ist im Jahre 1784 durch einen Einbruch des Meeres entstanden. Sicilien ist von Italien, so wie höchstwahrscheinlich auch England von Frankreich durch das Meer losgerissen worden; die einst mehrere Quadratmeilen haltende Insel Helgoland ist jetzt ein kaum 4000 Fuß langer schmaler Felsen. Noch 1720 hing er mit der kleinen Düne, die jetzt zum Badeplatze dient und ¼ Stunde von ihm entfernt ist, so zusammen, daß man zur Ebbezeit hinübergehen konnte. Rügen war einst weit größer, ist aber durch wiederholte Sturmfluthen fortwährend verkleinert worden, und wird dieß noch heut unter unsern Augen. Die Insel Leon, auf deren Spitze Cadix liegt, soll einst 10 Meilen lang und 30 im Umfange gewesen seyn — jetzt hat sie 3 Meilen Länge, nur 2 Breite, und der schmale Hals durch welchen Cadix mit dem übrigen Theile der Insel verbunden ist, leidet noch heut Einbuße von W her. Die atlantischen Küsten Frankreichs und Englands sind in demselben Falle, noch mehr die brittischen Küsten des Kanals. So ist noch in neuerer Zeit eine Straße in Brighton vom Meere verschlungen worden. Auch an den Nordseeküsten Englands zeigt sich Aehnliches. Bei Sutton steht ein großer Wald unter Wasser, dessen Harz noch benutzt werden kann, und die Kirche des Orts stand einst an einer Stelle, wo jetzt das Meer fluthet und wo sich in der Tiefe noch Reste von Mauerwerk finden. Die dänischen, die deutschen Nordseeküsten sind Einbrüchen des Meeres preisgegeben: durch einen Einbruch am 11. October 1634 wurde die damals 4 Meilen lange und stark kultivirte Insel Nordstrand überfluthet und gänzlich zerrissen; 1338 Häuser, 6408 Menschen und mehr als 50,000 Stück Vieh gingen in der Katastrophe zu Grunde. Heut sind nur 3 unbedeutende Stücke der Insel noch übrig.

und die Zerstörungen dauern fort. Im Jahr 1824 durchbrach bei einer Sturmfluth das Meer den Isthmus, welcher Nordjütland mit dem übrigen Theile vereinigte, die Gewässer der Nordsee ergoßen sich in den Lymfiörd, einen Busen der Ostsee, und diese Veränderung hat sich erhalten, so daß die ehemalige Halbinsel Nordjütland jetzt eine Insel ist.

§. 120.

Man sieht leicht, daß wenn anders die Gesammtmasse des Wassers, das unserm Erdballe angehört, konstant ist, Vergrößerungen des Oceans nur Statt finden können, wenn auf andern Punkten das Land sich vergrößert, oder wenn die Tiefe des Meeres abnimmt. Das Meer reißt Stücke vom Lande los, zerbröckelt die Bestandtheile der Küste und führt sie fort. Entweder häufen sie sich auf dem Grunde an, und dieß muß — eine fortgesetzte Wirkung angenommen — zuletzt zur Entstehung einer neuen Insel führen, die dann aber nicht plötzlich wie ein vulkanisches Produkt, sondern sehr allmälig zur Insel wird, nachdem sie vielleicht Jahrtausende vorher Untiefe oder Sandbank war. Oder — und dieß ist der gewöhnlichere Fall — das vom Meere Losgerissene wird an andern Punkten der Küste angeschwemmt und vergrößert so die Continente und bereits bestehenden Inseln. Eine andere und vielleicht noch allgemeiner vorkommende Art der Vergrößerung wird durch die von den Gebirgen herabströmenden Flüsse bewirkt. Ihr anfangs reißender gewaltsamer Lauf ist zerstörend für die Massen, welche von ihren Gewässern berührt werden, sie werden losgerissen und mechanisch fortgeführt, indem sie, zu Boden gesunken, durch die darüber hinrollenden Fluthen vorwärts geschoben werden. So lagern sie sich endlich den Mündungen

der Flüsse vor. Andere Substanzen die sich im Wasser aufgelöst hatten, werden bei langsamerem Laufe desselben wieder niedergeschlagen und tragen das Ihrige zur Verschlammung der Mündungen bei. Die großen Flüsse der heißen Zone haben sich ihre Delta's wohl sämmtlich auf diese Weise geschaffen, und daß sie dieselben noch heut vergrößern, ist Thatsache. Daher sehen wir an der Stelle, wo der Nil, der Indus, der Missisippi sich ins Meer ergießen, die Küste convex gebogen, statt daß sonst die Mündung eines großen Flusses eher eine concave Biegung zu bedingen scheint, die auch herauskommt wenn man das Delta bis zur hintersten Bifurcation sich hinwegdenkt.

Die Gebirgsthäler sind auf diese Weise wohl größtentheils wo nicht entstanden, doch nach und nach vertieft, und vertiefen sich noch täglich. In den trockengelegten Flußbetten, die nur einen Theil des Jahres hindurch wirklich strömende Flüsse sind, erblickt man den ganzen Grund voller Gesteintrümmer, die das Wasser losgerissen und rundlich abgewaschen hat, und eben so ist es in den strömenden Gewässern, nur daß die Rollsteine dort in Bewegung sind. In dem Maße wie das Gefälle abnimmt und das Strömen langsamer wird, greift der Strom weniger sein Bett an, vielmehr fängt er nun an die Massen abzusetzen, die er aus den Gebirgen mit sich führte.

Die Verwitterung der Gesteinmassen an der Luft, befördert durch die atmosphärischen Niederschläge, kommt hinzu, diese verwitterten Massen kommen zuletzt, auf irgend eine Weise, den Ebnen und Niederungen zu gut, und so wachsen die Küsten, namentlich in der Nähe der Flußmündungen, auf Kosten der Gebirge.

Wenn solchergestalt das Meer hier wegnimmt, dort

abgibt; wenn durch die Wirksamkeit der atmosphärischen und Landgewässer noch außerdem die Flachküsten ins Meer vorgeschoben werden, so muß im Laufe der Jahrtausende das Meer allmälig andere Stellen einnehmen. Freilich wohl nicht in dem Grade, daß z. B. das jetzige indische Meer ein Continent, und Hochasien dagegen ein See gewesen wäre, doch aber so, daß eine in den frühesten Zeiten der Erde entworfene genaue Karte jetzt erheblich von der wahren Gestalt abweichen müßte.

Ritter zählt 14 Hauptströme der Erde auf, welche eine Deltabildung aufweisen, unter denen der Nil, Missisippi, Maranhon, Indus, Ganges, Jantsekiang, Hoangho und in Europa Rhein, Rhone und Donau die wichtigsten sind. Mehrere große Ströme, wie Plata, Lorenzo, Obi zeigen sie nicht oder noch nicht, denn es ist leicht möglich, daß diese Ströme die mitgeführten Schlammmassen nicht bis an die Mündung führen, sondern früher an die Ufer absetzen. Der Elbe z. B. fehlt es wohl nur scheinbar, da die Inseln, welche sich von Bergedorf bis jenseit Stade in der Elbe hinziehen, doch wohl nur von diesem Flusse selbst gebildet sind, der im Laufe der Zeit — nur freilich in einer langsameren Progression — sein ganzes breites Bett bis Curhaven hin mit Inseln erfüllen und dann deutlicher als jetzt ein Delta darstellen wird.

Schon Herodot, der sich überhaupt nicht leicht mit einer bloßen Aufzählung historischer Thatsachen begnügt, wo er eine physikalische Erklärung glaubt geben zu können, äußert diese Meinung bei Gelegenheit seiner Erzählung, daß die ägyptischen Priester das Land unterhalb Memphis für eine Alluvion des Nil hielten. Ich glaube, setzt er hinzu, daß nicht allein das Land unterhalb Memphis,

sondern auch das oberhalb des Sees Möris drei Tagereisen weit liegende Land ein solches Geschenk des Nil sey. Er fügt hinzu, zur Zeit des Königs Möris habe der Fluß, wenn er nur 8 Ellen gestiegen, schon Aegypten unterhalb Memphis überschwemmt, jetzt müsse er wenigstens 15 Ellen steigen. Man hat aus dieser Aeußerung die Glaubwürdigkeit des Herodot'schen Berichts verdächtigen wollen, indem man das Resultat einer darauf gegründeten Rechnung nicht mit der Gegenwart übereinstimmend fand.*

§. 121.

Der gelbe Fluß (Hoangho) vergrößert China fortwährend, und der Meerbusen, in welchen er sich ergießt, hat Namen und Farbe von seinem Schlamme erhalten; allein der blaue Fluß (Jantsekiang) übertrifft ihn noch darin, obgleich seine Fluthen weniger getrübt erscheinen. An der Stelle, wo beide Flüsse ihre durch Seitenarme und künstliche Canalisation vereinigten Mündungen haben, tritt die Küste gleichsam bauchigt hervor. Marco Polo's vor 500 Jahren angefertigte Karte von China scheint dieß ebenfalls anzudeuten. Die Insel Tsong-Ming erscheint auf ihr noch nicht, obgleich die benachbarten viel kleineren Tschusan Inseln angegeben sind.

Vielleicht das größte aller Flußdelta's ist das, welches der Ganges bildet. Hier vereinigen sich alle Umstände, es zu begünstigen. Das höchste Gebirg des Erdballs sendet

* Möris lebte 900 Jahr vor Herodot und dieser 2200 Jahre vor uns, nun aber ist 900 : 2200 = 7 : 17 beiläufig, und es würde also jetzt ein Steigen von 17 + 15 = 32 Ellen nöthig seyn. Dieß stimmt nicht mit den jetzigen Wahrnehmungen; allein es liegt in der Natur der Sache, daß der Nil sein jetziges höheres Ufer nicht mehr in demselben Maße erhöhen kann, als das niedrigere vordem.

Alles seinem Südabhange entquellende Gewässer in vielen tausend Rinnsalen dem Punkte zu, wo der mit dem Ganges vereinigte Buremputer die Nordspitze des bengalischen Meerbusens trifft. Der Wellenschlag des Meerbusens ist, bei den herrschenden Südwinden, stets gegen diese Spitze gerichtet, und dringt selbst in die Arme des Flusses ein, durch dessen 100 auf eine Länge von 40 geographischen Meilen vertheilte Mündungen nach Rennel in jeder Sekunde sich 80,000 Kubikfuß Wasser während der trocknen Jahrszeit und wohl das dreifache während der Regenzeit ergießen. Die gegen einander gerichteteten Fluthen des Flusses und Meerbusens halten die mitgeführten Massen an diesem Punkte fest; sie werden abgesetzt. Vierzig Meilen oberhalb der jetzigen Mündungen beginnt schon das Delta bei Murschabad, und die unzähligen sich abzwingenden und wieder vereinigenden Arme bilden theils fruchtbare Inseln, theils sumpfige Wälder voller Raubthiere und Schlangen. In den alten indischen Mythen begegnen wir Erzählungen, welche sich auf dieses Vorschreiten des Landes beziehen.

§. 122.

Es entsteht noch die Frage, ob der Meeresspiegel überhaupt im Sinken oder Steigen begriffen sey, oder ob er sich konstant erhalte. Als ausgemacht kann man annehmen, daß bei den unter einander verbundenen Meeren kein einzelnes steigen könne, ohne daß gleichzeitig alle stiegen. Denn sollte auch bei großen, nur durch enge Straßen verbundenen Becken das Niveau nicht völlig gleich seyn, und z. B. das atlantische und schwarze Meer höher als das mittelländische, die Ostsee höher als die Nordsee stehen; sollte ferner bei Meeren, die durch Landengen geschieden sind, wie der Busen

von Akaba von dem Mittelmeere an der ägyptischen Küste, eine verschiedene Höhe gefunden werden, so ist dieß aus lokalen, aber bleibenden Ursachen zu erklären. Ein Meer, das weit mehr Zuströme im Verhältniß zu seiner Fläche erhält als ein andres, mit ihm nur durch eine Enge verbundenes, oder durch eine Landenge geschiedenes, kann nicht völlig gleich mit letzteren stehen, denn in diesem Augenblick würde der Strom aufhören, der den ungleichen Zufluß ausgleicht, und die Ungleichheit des Niveaus sich sogleich wieder erzeugen. Das völlig gleiche Niveau kann also in solchen Fällen nicht der bleibende Gleichgewichtszustand seyn, sondern dieser wird gerade in jener Ungleichheit, die konstant und jedenfalls sehr gering ist, gefunden werden müssen. Stände z. B. die Ostsee 3 Fuß über der Nordsee, so würde, wenn letztere 3 Fuß stiege (sofern die Ursache dieses Steigens nicht eine bleibende Vermehrung des Zuflusses ist) die Ostsee sofort auch um 3 Fuß steigen müssen, da keine Ursache vorhanden ist, einen Zustand, der vorher nicht bestehen konnte, jetzt möglich zu machen. Sobald demnach ein wirkliches Erheben oder Senken des Meeresspiegels an irgend einem Küstenpunkte bleibend Statt findet, so muß dieß gleichzeitig oder doch bald darauf an allen Punkten des Oceans eintreten.

Die Erfahrung spricht nun aber keineswegs dafür, daß Veränderungen dieser Art sich ereignen; die Wahrnehmungen, welche als ein Steigen des Seespiegels gedeutet werden könnten, halten denen, welche ein Fallen desselben an andern Orten vermuthen lassen, ziemlich das Gleichgewicht; es dürfte demnach sowohl das eine als das andere einer anderweitigen Erklärung bedürfen, und es bleibt daher, wenn anders die Thatsache hinreichend festgestellt ist, nichts

übrig, als mit Leopold v. Buch anzunehmen, daß das Land selbst von innen heraus sich allmählig emporhebe, oder im entgegengesetzten Falle tiefer herabsenke.

§. 123.

Welche Kräfte hier als wirksam angenommen werden müssen, läßt sich freilich nicht wohl bestimmen, und es bleibt nichts übrig, als die historischen Thatsachen sorgfältig zu sammeln. Das augenfälligste und am besten constatirte Beispiel ist die Veränderung, welche man in der (relativen) Höhe des Wasserspiegels an der schwedischen Küste wahrgenommen hat, und auf welche Celsius und Dalin aufmerksam machten. Ringe in den Felsen, welche den alten Wasserstand bezeichnen, liegen jetzt konstant über demselben. Klippen, die man früher gar nicht oder nur als kleine Spitzen sah, ragen jetzt mannshoch aus dem Meere empor. Städte, deren Einwohner hauptsächlich Fischfang treiben, haben tiefer herabgerückt werden müssen; Häfen, die sonst zugänglich waren, sind es jetzt nicht mehr.

Celsius glaubte ein Sinken des Wasserspiegels annehmen zu müssen, allein es ward mit Grund dagegen eingewandt, daß ein solches auch an andern Punkten des Meeres, zunächst aber an der finnischen, liefländischen und preußischen Küste und im Kattegat hätte bemerkt werden müssen, wo im Gegentheil das Verhältniß zwischen Land und Meer seit einer Reihe von Jahrhunderten als konstant nachgewiesen werden konnte.* Browallius führte sogar ein Beispiel an, daß man 2—3 Ellen unter dem Meere in einem

* Auch selbst die Geistlichkeit erhob sich gegen Dalins Behauptungen und brachte eine Klage beim Reichstage gegen ihn ein, weil seine Hypothese gegen die mosaische Schöpfungsgeschichte streite!

Baumstamm ein verrostetes Messer gefunden habe, woraus ein Steigen des Wasserspiegels gefolgert werden müsse, wenn man solche Folgerungen ziehen wolle. Auch v. Hoff glaubte aus diesen Gründen sich berechtigt, die von Celsius angeführten Wahrnehmungen als Alluvion zu bezeichnen, wobei er freilich eingesteht, daß das Hervortreten von Klippen zu dieser Erklärung nicht passe (Gesch. der Veränderungen auf der Erdoberfläche **I.** 407). Da jedoch später die beglaubigten Thatsachen sich mehr und mehr häuften, so trat derselbe Forscher (im **III.** Theile seines Werkes, der 1834, 16 Jahre später als der **I.** Theil erschien) der Meinung v. Buchs bei. Wir müssen hiernach annehmen, daß die Ostküste Scandinaviens, von ihrem südlichsten Punkte bis Torneo, sich allmählich, und zwar in 100 Jahren um etwa 3½ Fuß, emporgehoben. Auch die Ufer des finnischen Meerbusens sind nach neuern Untersuchungen etwas, wenn auch wahrscheinlich weniger als die schwedischen, emporgestiegen. Auf die gegenüberliegenden Ufer des baltischen Meeres erstreckt sich dieß Phänomen wahrscheinlich nicht, und eben so wenig auf die Umgebungen des Kattegat und die norwegischen Küsten.

§. 124.

Das entgegengesetzte Beispiel tritt uns im adriatischen Meere entgegen. Hier zeigt sich an mehreren Punkten, am deutlichsten an der dalmatischen Küste, ein Sinken des Bodens. Ein mit Marmorquadern gepflasterter Platz der Stadt Zara wird jetzt vom Meere überfluthet, früher diente er wahrscheinlich als Markt, und ähnliche Erscheinungen zeigen sich an mehreren Punkten dieser Küste und der gegenüber liegenden Inseln. Vielleicht tragen die häufigen Erdbeben, denen

diese Gegenden ausgesetzt sind, die Schuld dieser Erniedrigung des Landes.

Die Nachricht des Plinius, daß Scandinavien aus mehreren Inseln bestehe, sucht Dalin in Zusammenhang mit der Veränderung des Seespiegels in Bezug auf das Land zu bringen. Wenn das Land in 100 Jahren 3½ Fuß gegen den Wasserspiegel gewinnt, so beträgt dieß in 2000 Jahren 70 Fuß, wahrscheinlich aber in der Wirklichkeit beträchtlich mehr, da das Steigen des Landes, wie alle ähnlichen Phänomene, früher wohl stärker als jetzt war. Indeß würde doch die Hauptmasse durch den Gebirgsstock, der Schweden von Norwegen trennt und eine beträchtliche Breite hat, zusammengehalten worden seyn, wenn auch 3—500 Fuß hohe Punkte damals wassergleich standen. Die Nachricht des Plinius ist wohl richtiger auf die vielen Fjörds und Skären zu beziehen, welche noch heute einen großen Theil der Küsten Scandinaviens in Halbinseln und Inseln zerschneiden, und die damals tiefer eindringen mochten, so daß nur bei einer genaueren geographischen Kenntniß, als wir bei den Alten in Bezug auf diese Gegenden voraussetzen dürfen, entschieden werden könnte, ob das ganze Land oder nur ein Theil desselben damals von Meeresarmen durchzogen und zerschnitten wurde.

Auch im innern Lande scheinen Veränderungen der bezeichneten Art durch einzelne Wahrnehmungen angedeutet zu seyn. Man hat im Flachlande an Punkten, von wo aus man früher z. B. nur die äußerste Spitze eines entfernten Thurmes über den Horizont emporragen sah, nach und nach mehr und tiefer liegende Theile desselben gesehen. Entweder hatte sich der Thurm gehoben, oder der Standpunkt des Beobachters, oder das zwischenliegende Land hatte sich

gesenkt; eine Veränderung in obigem Sinne war also jedenfalls vorgegangen. Leider sind Wahrnehmungen dieser Art noch zu sehr vereinzelt und nur selten recht konstatirt, daher es noch nicht möglich ist, die Punkte näher zu bezeichnen, welche sich heben oder senken.

Es wird der Zukunft vorbehalten bleiben, zu entscheiden, in welcher Folge und nach welchen Verhältnissen die erwähnten Veränderungen vor sich gehen, und welches ihr genauerer innerer Zusammenhang sey. Was wir gegenwärtig aus vereinzelten, gewöhnlich sagenhaften und unvollständigen Berichten entnehmen müssen, davon wird sich die Zukunft, welche unsre Darstellungen der Länder und Meere in Karten, unsre Längen-, Breiten- und Höhenbestimmungen und anderweitiges wissenschaftlich geordnetes Material als sichre Thatsache besitzen wird, eine bestimmte Vorstellung bilden können, und die Vergleichung mit dem alsdann bestehenden Zustande wird den Zweifeln, die jetzt noch gegen unsre Schlüsse erhoben werden können, keinen Raum mehr geben. Aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, ist auch die kleinste und scheinbar unbedeutendste geographische Thatsache von Wichtigkeit.

§. 125.

Tafel der Längen, Breiten, Höhen und Mitteltemperaturen verschiedener Orte.

Die Absicht bei der nachfolgenden Tafel war keineswegs, eine vollständige Uebersicht aller vorhandenen Bestimmungen zu geben, da eine solche bei dem Reichthum des vorliegenden Materials einen mehr als zehnmal so großen Umfang erhalten haben würde, sondern nur die wichtigeren

und namentlich solche Orte aufzuführen, für welche wir genaue und vollständige Beobachtungen und Messungen besitzen. Daß ihre Vertheilung eine ungemein ungleiche ist, wird nicht auffallen, wenn man bedenkt, daß die Bestimmungen, welche wir aus Mittel- und Südeuropa, sowie aus der nordamerikanischen Union besitzen, der Zahl wie dem innern Gehalte nach alle übrigen weit hinter sich zurücklassen. Hier ist daher oft eine Auswahl nöthig gewesen, so sind z. B. von den ungemein zahlreichen metereologischen Beobachtungsstationen des Staats Newyork nur diejenigen aufgenommen, wo die Beobachtungen acht volle Jahre umfassen, oder die sonst aus irgend einem Grunde besonders hervorzuheben waren. Aehnliches ist z. B. mit den böhmischen, württembergischen und andern Stationen geschehen. Die Längen- und Breitenbestimmungen im großen Ocean sind ebenfalls fast ganz übergangen. Es versteht sich übrigens von selbst, daß die hier aufgeführten Bestimmungen, insbesondere was die Höhen und Temperaturen betrifft, kaum irgendwo als Definition anzusehen sind, und daß für nicht wenige schon jetzt eine Verbesserung und Vervollständigung nach einem mir nicht zur Hand gewesenen Material möglich wäre. — Noch bemerke ich, daß das ° in der Rubrik Höhe nicht eine völlig meeresgleiche Lage, sondern nur eine am Meere und wenig über dem Spiegel desselben erhaben anzeigt. — Wo Sternwarten befindlich sind, beziehen sich die Längen- und Breitenangaben auf diese: sonst gewöhnlich auf den höchsten Thurm; bei Seestädten auch wohl auf den Leuchtthurm oder ein anderes, dem Schiffer wichtiges Signal. Südliche Breiten, westliche Längen und Kältegrade sind durch — (minus) bezeichnet; das + für die entgegengesetzten Größen ist dagegen überall weggelassen.

	Breite.	Länge von Ferro.	Höhe über dem Meere.	Mittlere Temperatur im Januar.	Juli.	Jahr.	
Melville I.	74° 47′	— 93° 9′	0	— 28°,11R	4°,54R	— 13°,66R	Bei den Schiffen. Entfernt von ihnen 1°,3 kälter.
Port Bowen	73 13 39″	— 71 15 9″	0	— 26 57	2 02	— 12 68	
Nord Cap (I. Mageröe)	71 10 0	43 30 0	0	— 4 41	6 49	0 06	Das hohe Meer auch im Winter offen.
Wardehuus	70 22 36	48 47 30	0				
Boothia Felix	69 59	— 74 22	0	— 26 47	4 12	— 12 58	
Enontekis	68 30 0	39 17	0	— 14 00	12 26	— 2 30	
Igloolik I.	69 21	— 64 14	0	— 26 79	3 15	— 11 79	
Winter Insel	66 11	— 65 32	0	— 24 57	1 50	— 9 56	
Torneo	65 50 50	21 52 0	0	— 12 72	13 03	— 0 08	
Fort Franklin	65 12	— 105 34	230	— 24 15	8 94	— 6 59	
Uleaborg	65 1 30	43 8 10	0	— 10 82	13 14	0 54	
Archangelsk	64 32 8	38 13 8	0	— 11 25	12 74	0 64	
Fort Entreprise	64 28	— 95 27	850	(—24)	(7)	(—6)	Die Beobachtungen umfassen nur 9 Monat.
Reikiowig	64 8 26	— 4 15 40	0	— 0 97	10 75	3 27	Febr. — 1,64.
Umeo	63 49 0	37 57 7	65	— 9 16	13 00	1 37	
Drontheim	63 25 50	28 3 15	0	— 5 52	14 65	3 58	
Fort Simpson	62 11	— 103 53	0	— 20 20	14 00	— 3 07	
Thorshaven	62 2	10 53	0	2 88	10 61	6 04	Auf den Faröer Inseln.
Jakutsk	62 1 50	147 24 15				6 00	
Abo	60 26 58	39 56 45	0				
Bergen	60 24 0	22 57 39	0				
Helsingfors	60 9 42	42 37 30	0				
Petersburg	59 56 31	47 58 34	0	— 8 03	13 80	2 84	
Upsala	59 51 50	35 18 19	0	— 4 21	13 69	4 42	
Pulkowa	59 46 18	47 59 52					
Spydberga	59 30 0			— 8 16	15 46	2 34	
Stockholm	59 20 34	35 43 20	125	— 3 42	13 99	4 53	

	Breite.	Länge von Ferro.	Höhe über dem Meere.	Mittlere Temperatur im Januar.	Juli.	Jahr.	
Stromneß	58° 57′	14° 21′	0	2°,62 R.	10°,31 R.	6°,33 R.	
Nowgorod	58 31 32″	42 10 40″					
Dorpat	58 22 47	44 23 13	280	— 6 66	13 63	4 00	
Tobolsk	58 12 39	85 58 25					
Gothenburg	57 41 18	29 34 9	0				
Alford	57 13	14 54	420	0 61	11 75	5 83	
Clunie Manse	57 12	15 4		1 82	12 53	7 20	
Aberdeen	57 8 58	15 33 54		2 19	11 89	7 90	
Pyschminsk	57 4	78 50		— 13 45	12 32	— 0 94	
Neu Archangelsk	57 3	— 117 39	0	1 02	11 20	5 91	Auf Sitka Kartasti, Monat Febr. 0,71. Wärmster Monat August 11,47.
Nain	56 57 50	— 43 41	0	— 15 49	7 95	— 2 89	
Riga	56 57 10	41 45 31	0			4 84	
Kinfauns Costle	56 23	14 20		2 15	11 75	6 76	
Andrews	56 21	14 51		2 27	12 52	7 28	
Dumfernbine	56 5	14 13		1 39	11 15	5 71	
Edinburgh	55 57 20	14 28 53	0	2 39	11 87	6 60	
Glasgow	55 51 32	13 23 0	0	2 71	13 60	7 96	
Kasan	55 47 30	66 46 10		— 13 27	14 89	1 89	
Moskwa	55 45 13	55 17 30	921	— 7 90	14 40	3 62	
Memel	55 42 13	38 47 30	0				
Copenhagen	55 40 53	30 14 20	0	— 1 37	14 81	5 90	
Leadhills	55 25	13 51	1280	— 0 00	11 20	5 39	
Ripen	55 19 57	26 25 55	0				
Applegard Manse	55 13	14 27	170	0 74	11 24	6 39	
Carlisle	54 54	14 41	38	1 92	12 08	6 87	
Königsberg	54 42 50	38 9 42	0				
Wilna	54 41 0	42 57 36	375				
Arkona	54 49 49	31 6 5	102				Das nördlichste Cap Deutschl.

	Breite.	Länge von Ferro.	Höhe über dem Meere.	Mittlere Temperatur im Januar.	Mittlere Temperatur im Juli.	Mittlere Temperatur im Jahr.	
J. Man	54° 26′ 0″	13° 15′ 0″	0	3°,60R.	12°,08R.	7°,64R	
Armagh	54 21 13	11 1 25					
Danzig	54 21 4	36 19 22	0	2 02	14 03	6 08	
Kiel	54 19 24	27 48 5	0				
Stralsund	54 18 20	30 45 2	0				
Kendal.	54 17	14 53		0 87	12 00	6 78	
Elbing.	54 8 20	37 2 30	0				
New Malton	54 8	16 52		1 45	12 94	6 97	
Lancaster	54 3 8	14 51 55		2 05	11 44	6 54	
York	53 57 30	16 35 8					
Cumberland House . . .	53 57	— 84 38		— 20 09	13 24	— 1 76	
Hafen Jlulik (Unalaschka) .	53 52 25	— 148 52 24	0	1 5	8 4	3 8	
Lübeck	53 52 6	28 20 48					
Hamburg	53 32 51	27 38 9	0				
Altona	53 32 45	27 36 18	40				
Manchester	53 29 0	15 25 14	0	1 69	12 18	6 98	
Liverpool	53 24 40	14 40 41	0				
Dublin	53 23 14	11 18 8	0	2 77	12 76	7 58	
Aderley Rectory	53 20	15 19		1 76	11 72	6 76	
Bremen	53 4 48	26 28 6		— 0 99	14 53	7 17	
Boston (England)	52 48	17 34	0	1 85	14 01	8 00	
Tambow	52 43 44	59 25 0		— 8 41	16 09	3 94	
Berlin	52 30 16	30 3 30	100	— 1 12	14 66	7 19	
Harlem	52 22 54	17 41 53	0	1 19	14 15	8 39	
Amsterdam	52 22 30	17 27 0	0				
Irkutzk	52 17 2	121 5 57		— 15 69	14 60	0 01	
Warschau	52 13 1	38 36 37	205				
Cambridge	52 12 50	17 45 29					
Leyden	52 9 23	22 9 23					
Magdeburg	52 8 4	29 18 30	240				

	Breite.	Länge von Ferro.	Höhe über dem Meere.	Mittlere Temperatur im Januar.	Juli.	Jahr.	
Bedford	52° 8′	17° 9′	0	1°,70R.	14°,36R.	8°,73R.	
Utrecht.	52 5 11″	22 47 3″					
Salzuflen.	52 5	36 19	245	— 0 48	14 46	7 46	
Haag	52 4 20	21 58 16					
Münster	51 58 10	25 17 31	190	0 58	13 89	7 56	
Emmerich	51 49 52	23 54 8	553				
Brocken Bg.	51 47 57	28 17 2	3546	— 7 19	8 48	1 03	
Cleve	51 47 15	23 48 18	297				
Oxford.	51 45 38	16 24 6					
Xanten	51 39 45	24 7 7	381				
Sagan	51 39 36	12 59 13	420	— 2 93	15 09	7 02	
Wesel	51 39 27	24 17 1	381				
Bushey Heath	51 37 44	17 19 24		1 89	13 78	7 80	
Göttingen	51 31 48	27 36 30	412				
London	51 30 49	17 33 49	30	1 40	13 86	7 69	
Middelburg	51 29 59	21 16 44		2 16	14 85	7 21	
Halle	51 29 28	29 37 30	340	— 2 27	15 38	6 93	
Greenwich	51 28 39	17 39 36					
Duisburg.	51 26 10	24 25 39	257				
Arolsen	51 23	26 37		— 0 74	13 41	6 94	
Leipzig.	51 20 20	30 2 25	306				
Cassel	51 18 58	27 3 39					
Elberfeld	51 15 24	24 49 39	372	0 99	14 41	8 02	
Ostende	51 13 47	20 35 3	0				
Düsseldorf	51 13 42	24 26 14	304				
Dower.	51 7 46	18 58 59	0				
Breslau	51 6 30	34 41 54	430	— 1 87	14 99	6 50	
Dresden	51 3 39	31 23 0	360	— 0 49	15 50	7 96	
Dünkirchen	51 2 12	20 2 23	25				
Cap Lopatka.	51 0 15	174 22 30	0				Südspitze von Kamtschatka.

	Breite.	Länge von Ferro.	Höhe über dem Meere.	Mittlere Temperatur im Januar.	Juli.	Jahr.
Weimar	50° 59' 12"	28° 59' 41"				
Erfurt.	50 58 49	28 42 15	570	— 1°,04R.	15°,24R	7°,20R.
Calais.	50 57 33	19 31 0	213			
Jena	50 56 29	29 17 3	503	— 2 04	14 57	6 91
Cöln	50 56 29	24 27 38	168			
Gotha.	50 56 6	28 23 43	950	— 3 22	16 81	7 27
Freiberg	50 55	31 0	1232	— 1 70	15 68	7 26
Zittau	50 54	32 27	956	— 1 82	15 92	7 52
Brüssel	50 51 11	22 1 46	315			
Mastricht.	50 51 7	23 30 46		— 0 13	15 16	8 09
Marburg.	50 48 59	26 26 5		— 0 94	13 82	7 11
Portsmouth	50 48 3	22 1 46	0			
Gosport	50 47	16 32		3 11	14 24	8 80
Tetschen	50 47	31 51	288	— 2 24	16 09	7 22
Altenberg.	50 45	31 23	2320	— 4 53	16 13	6 21
Bonn	50 44 1	24 45 7	421			
St. Peter	50 41	33 18	2500	— 3 88	12 31	4 37
Hohenelbe	50 38	33 13	1403	— 3 45	13 13	5 36
Schüttenitz	50 33	31 50		— 2 66	15 87	7 41
Rottenhaus	50 31	31 6	1173	— 2 83	15 22	6 53
Kiew	50 27 0	48 7 30				
Oberwiesenthal.	50 25	30 38	2777	— 3 14	14 97	6 26
Plymouth	50 22 20	13 32 20	0			
Coblenz	50 21 39	25 15 44	360			
Saar	50 20	33 32	790	— 2 72	15 62	7 61
Königsgrätz	50 13	34 50	714	— 2 80	15 27	6 43
Smetschna	50 11	31 41	1077	— 3 21	15 21	6 38
Falmouth	50 9 14	12 34 44	0			
Penzance.	50 7	12 6		4 77	14 78	8 89
Frankfurt a. M.	50 6 43	26 21 0	228			

	Breite.	Länge von Ferro.	Höhe über dem Meere.	Mittlere Temperatur im Januar.	Juli.	Jahr.
Prag	50° 5 19''	32° 4 58'	567	— 1°,53R	16°,53R	8°,22R
Eger	50 5	32 22	1362	— 3 91	14 35	5 81
Mainz	49 59 44	25 56 8	541			
Tepl	49 58	30 32	2022	— 4 13	12 64	4 94
Bayreuth	49 57	29 14	1050	— 2 26	13 74	6 34
Landskron	49 55	34 16	1025	— 3 67	15 08	6 37
Würzburg	49 46 6	27 35 15	484	0 31	16 43	8 33
Pilsen	49 114 43	31 3 21	880	— 3 40	15 31	6 78
Worms	49 37 48	26 1 43	464			
Deutschbrod	49 36	33 14	1238	— 3 15	14 56	6 32
Herzogenaurach	49 36	28 35		— 1 81	15 81	7 40
Brzeznitz	49 34	36 37	1422	— 3 42	14 29	6 18
Havre	49 26 16	17 46 15	126			
Mannheim	49 29 13	26 7 30	301	— 0 49	16 47	8 09
Nürnberg	49 27 30	28 44 26	891			
Rouen	49 26 29	21 14 32	300			
Tabor	49 24	34 39		— 3 67	15 55	6 48
Heidelberg	49 24	26 22	310	— 0 72	17 04	8 66
Soissons	49 22 53	20 59 18	315			
Speier	49 19 4	26 6 28	471			
Rheims	49 15 15	21 41 49	513			
Zweibrücken	49 14 48	25 1 48				
Rehberg	49 6	31 7	2540	— 4 91	12 23	4 29
Neu Bistritz	49 2	32 46	1909	— 4 39	12 96	4 64
Carlsruhe	49 1	26 4	380	— 0 26	15 77	8 29
Regensburg	49 0 53	29 46 0	1050	— 2 28	15 09	6 92
Rastadt	48 51 29	25 52 11	509			
Paris	48 50 13	20 0 0	200	1 54	15 03	8 66
Stuttgart	48 46 30	26 50 45	762	— 0 99	15 33	7 86
Nancy	48 41 31	23 51 0	846			

	Breite.	Länge von Ferro.	Höhe über dem Meere.	Mittlere Temperatur im Januar.	Juli.	Jahr.	
Hohenfurth	48° 37′	32° 59′	1711	— 3°,97R.	14°,03R.	5°,37R.	
Straßburg	48 34 57′′	25 24 54′′		— 0 43	15 31	7 86	
Ulm	48 23 50	27 39 15	1130				
Augsburg	48 21 44	28 34 7	1470	— 2 95	14 50	6 57	
Linz	48 18 54	31 56 31					
Wien	48 12 33	34 2 50	451	— 1 08	17 60	8 57	
München	48 8 20	29 16 15	1590	— 1 07	14 55	7 32	
Sigmaringen	48 5	26 53	1813	— 3 84	15 63	7 00	
Kremsmünster	48 3 29	31 47 40	1080	— 2 58	14 41	6 27	
S. Andechs	47 58 28	28 50 47	2258	— 1 17	15 87	6 94	
Orleans	47 51 53	19 34 24	357				
Langres	47 48 10	17 0 5	1454				
Peißenberg	47 48 5	28 40 41	3057	— 1 23	12 20	4 82	
Salzburg	47 48	30 41 48	1390				
Tegernsee	47 42 27	29 25 22		— 1 61	13 74	5 73	
St. Johns	47 34	— 34 59	140	— 3 85	10 73	2 84	
Basel	47 33 24	25 15 30	755	— 0 55	15 60	7 80	
Ofen	47 29 44	36 42 52		— 2 00	17 52	8 55	
Viviers	47 29 14	22 20 45	175				
St. Gallen	47 25 39	27 2 18	1700	— 1 32	14 84	8 17	
Dijon	47 19 19	22 41 54	1040				
Innsbruck	47 16 10	29 3 41	1770	— 2 20	14 69	7 46	
Besançon	47 13 46	23 41 56	1206				
Neufchatel	46 59 33	24 35 32	1346				
Nicolajew	46 58 21	49 38 24	563	— 4 21	17 93	7 48	
Bern	46 57 6	25 6 17	1700	— 2 45	13 63	6 18	
Cherson	46 38	50 17	0	— 2 02	17 30	7 88	
Poitiers	46 34 55	18 0 9	363				
St. Gotthardt Hosp. . .	46 32 1	26 11 8	6439	— 5 95	5 77	0 68	
Lausanne	46 31 22	24 17 43	1626				

	Breite.	Länge von Ferro.	Höhe über dem Meere.	Mittlere Temperatur im Januar.	Juli.	Jahr.	
Odessa	46° 28′ 55′	48° 23 50′					
Bormio	46 27 47	28 2 16	3884				
Monte Foscano	46 27 43	27 51 32	9484				
Aquila Gletscher	46 26 10	26 41 47	10360				
Caverno Gletscher. . . .	46 24 26	26 7 40	10082				
Soglio.	46 24	27 12	3400	— 0°,99R.	13°,87R	6°,61R	
Colomby de Gex	46 19 21	23 39 33	5197				
Chiavenna	46 18 59	27 3 58	1048				
Finsteraarhorn	46 12 36	25 47 33	13202				
Genf	46 12 0	23 48 41	1253	— 0 33	14 85	7 75	
Bellinzona	46 11 20	26 40 55	932				
Edolo	46 10 36	27 59 46	2320				
Sondrio	46 10 0	27 31 56	1145				
Rochelle	46 9 24	16 30 20	0	3 80	16 46	9 32	
Belluno	46 7 59	29 52 43	1359				
Domo d'Ossola	46 6 43	25 57 0	941				
Monte Legnone	46 5 25	27 4 28	8038				
Trient	46 3 59	28 44 37	980	0 54	19 45	9 74	
Görz	45 56 22	31 17 21	265	4 00	18 07	10 50	
Monte Rosa	45 56 1	25 31 42	14270				
Conegliano	45 53 5	29 57 21		2 30	18 80	10 83	
St. Bernhard Hosp. . . .	45 50	23 45	7670	— 6 94	5 44	— 0 69	
Montblanc	45 49 58	24 31 30	14767				
Bassano	45 45 45	29 23 46	502				
Lyon	45 45 44	22 29 10	907				
Castel France	45 40 1	29 35 19	139				
Triest	45 38 50	31 26 17	700	2 78	18 05	10 40	
Vicenza	45 32 46	29 13 9		— 0 62	19 42	10 34	
Brescia	45 32 19	27 53 8	488	1 73	18 80	10 74	
Pirano.	45 31 29	31 30 50	89				

	Breite.	Länge von Ferro.	Höhe über dem Meere.	Mittlere Temperatur im Januar.	Juli.	Jahr.
Montreal	45° 31′	— 55° 56′		— 7°,55R.	18°,48R.	6°,09R.
Mailand	45 28 1″	26 50 56″	394	0 54	19 00	10 25
Verona	45 26 8	28 38 50	200	2 48	19 54	11 55
Venedig	45 25 55	29 59 58	0	1 46	19 13	10 46
Padua	45 24 3	29 31 44	40	1 47	18 32	9 99
Arcole	45 21 9	28 56 30	156			
Mont Cenis Hosp. . . .	45 18	24 42	6036	— 5 72	13 31	4 30
St. Jean de Maurienne .	45 18	23 57		— 0 66	15 90	7 76
Monte Maggiore	45 16 48	31 51 51	4302			
Grenoble	45 11 57	23 23 20	1539			
Pavia	45 11 6	26 49 21	316	0 03	19 50	10 70
Mantua	45 9 34	28 27 37	49			
Cremona	45 8 1	27 41 22	139			
Rovigno	45 4 42	31 17 35	120			
Turin	45 4 8	25 21 12	750	0 93	18 58	9 91
Adria	45 3 6	29 43 10	175			
Chaberton Bg.	44 57 54	24 24 53	9642			
Simferopel	44 57	51 46	783	— 0 24	16 41	8 35
Pola	44 51 53	31 30 21	116			
Bordeaux	44 50 19	17 5 4	22			
Penetanguishene	44 48	— 63 1	600	— 4 72	17 06	5 12
Promontorio	44 48 36	31 34 46	236			
Reggio	44 41 39	28 17 10	320			
Monte Viso	44 40 2	24 45 10	11820			
St. Louvrence	44 40	— 57 22	394	— 6 37	16 09	4 99
Sewastopol	44 36 51	51 11 9	151	0 83	18 01	9 31
Bologna	44 29 54	29 0 36	272	1 67	20 76	11 48
Governor	44 25	— 57 56	490	— 5 56	15 84	4 77
Genua	44 24 18	26 34 0	340			
Imola	44 20 55	29 22 19	296			

	Breite.	Länge von Ferro.	Höhe über dem Meere.	Mittlere Temperatur im Januar.	Mittlere Temperatur im Juli.	Mittlere Temperatur im Jahr.
Camajore	43° 54′	28° 0′		4°,84R.	18°,50R.	11°,44R.
Lucca	43 50 49″	28 10 25″	0	3 22	19 72	11 95
Louville	43 47	— 57 54	800	— 5 63	16 00	5 34
Florenz	43 46 41	28 55 0	205	3 98	20 02	12 19
Pisa	43 43 12	28 3 34	0	4 64	19 05	12 10
Cascina	43 42	28 12		4 33	18 82	11 32
Nizza	43 41 58	24 56 32	166	6 61	18 56	12 48
Ancona	43 37 42	31 10 11	0			
Toulouse	43 35 40	19 6 13	452			
Livorno	43 32 41	27 57 25	0			
Bayonne	43 29 29	16 11 3	188			
Siena	43 19 16	28 59 56	1000	3 53	18 13	10 70
Marseille	43 17 50	23 1 54	90	4 97	19 51	9 81
Concord	43 12	— 53 50		— 3 73	15 69	5 73
Lewiston	43 9	— 61 31	280	— 2 58	17 44	6 97
Rochester	43 8	— 60 12	506	— 2 78	17 29	6 48
Toulon	43 7 28	33 35 37	68			
Utika	43 6	— 57 34	173	— 3 78	15 96	6 40
Fairfield	43 5	— 57 16	1185	— 4 13	15 07	5 14
Cambridge	43 1	— 59 44		— 4 11	16 42	5 94
Johnston	43 0	— 56 44		— 4 96	16 60	5 74
Onondaga	42 59	— 58 27		— 2 34	16 47	7 03
Pompeij	42 56	— 58 26	1300	— 4 92	15 26	6 95
Auburn	42 55	— 58 49	650	— 2 97	16 92	6 72
Bridgewater	42 55	— 57 38	1286	— 5 05	15 40	4 74
Canandaigna	42 50	— 59 36	150	— 3 72	17 02	6 23
Hamilton	42 49	— 57 55	1127	— 4 37	15 33	5 46
Middelburgh	42 49	— 60 31	800	— 2 58	16 44	6 86
Cherry Valley	42 48	— 57 8	1335	— 4 42	15 90	5 46
Lansinburgh	42 47	— 56 1	30	— 3 72	17 85	7 33

	Breite.	Länge von Ferro.	Höhe über dem Meere.	Mittlere Temperatur im Januar.	Juli.	Jahr.	
Perpignan	42° 41′ 55′	20° 33′ 55′	222				
Bastia	42 41 36	27 6 59					
Montperdu	42 40 35	17 41 46	10321				
Pic Posets	42 39 19	18 5 50	10370				
Albany	42 39 3	— 56 5 13	130	— 3°,32R	17°,72R.	7°,22R.	
Maladetta Westpik	42 38 50	18 18 8	10196				
Hartwik	42 38	— 57 22	1100	— 4 26	15 67	5 98	
Cortland	42 38	— 58 32	1096	— 3 78	15 26	5 24	
Maladetta Ostpik	42 37 54	18 19 7	10470				Höchste Pyrenäenspitze.
Hartwik	42 38	— 57 22	1100	— 4 26	15 67	5 17	
Salem	42 37	— 53 14 6		— 3 83	18 00	7 49	
Canigou Bg.	42 33 30	20 7 8	8569				
Oxford	42 31 10	— 58 53	961	— 4 56	16 07	5 68	
Ithaca (N. Am.)	42 27	— 58 51	417	— 2 12	17 02	7 00	
Fredonia	42 26	— 61 45	645	— 2 36	17 60	6 86	
Puycerda	42 25 59	19 35 18	3826				
Kinderhook	42 23 8	— 56 7 48	125	— 4 52	16 92	6 56	
Cambridge	42 22 21	— 53 27 49	210	— 3 12	17 97	7 38	
Boston (N. Am.)	42 21 23	— 53 24 33	0	— 2 56	17 96	7 67	
Hudson	42 15	— 56 6	150	— 3 80	17 57	7 10	
Redhook	42 2	— 56 17		— 3 40	17 09	6 96	
Kingston	41 55	— 56 23	188	— 2 46	18 31	7 72	
Rom	41 45 6	30 6 50	158	5 80	19 12	12 34	
Tiflis	41 41 4	62 30 15					
Dutcheß	41 41	— 56 18		— 3 07	18 46	8 90	
Neu Bedford	41 38 7	53 16 13		— 1 96	16 80	7 69	
Montgommery	41 32	— 56 21		— 2 77	17 85	6 98	
Newburgh	41 30	— 56 6	150	— 1 90	17 50	7 55	
Council Bluffs	41 25	— 78 4		— 4 13	20 21	9 23	
Barcellona	41 21 44	19 49 42	204				

	Breite.	Länge von Ferro.	Höhe über dem Meere.	Mittlere Temperatur im Januar.	Juli.	Jahr.	
Nord Salem	41° 20′	— 56 ′58′	170	— 2°,44R.	17°,96R.	7°,22R	
Mount Pleasant	41 9	— 56 8		— 1 85	17 44	7 59	
Clinton	41 0	— 52 50	16	— 0 96	15 26	7 12	
Neapel.	40 51 47″	31 54 57″	0	7 17	19 92	13 38	
Vesuv	40 48 60	32 7 10	3690				
New York	40 42 45	— 56 20 27	0				
Union Hall	40 41	— 56 19		— 1 15	— 17 39	7 80	
Erasmus Hall	40 37	— 56 19	40	— 0 36	18 07	8 53	
Razu Bg.	40 25 16	26 40 30	3840				
Madrid	40 24 57	26 2 15	1871				
Gennargentu	40 0 57	26 58 24	5885				
Philadelphia	39 57 2	— 57 30 40	0	— 2 53	19 25	9 52	Der Januar um 1°,56 kälter als in dem 25° nördlicher liegenden Island.
Peking.	39 54 13	134 8 30					
Ararat Bg.	39 42 24	61 57 29	16700				Vor dem Einsturz des Gipfels.
Linas Bg.	39 26 49	26 17 24	3816				
Marietta	39 25	— 63 51		— 0 11	18 20	9 26	
Cagliari	39 13 14	26 47 24	0	7 32	19 66	13 56	
Washington	38 53 25	— 59 22 24	0	2 87	20 84	10 91	
Guiona Bg.	38 38 40	39 55 2	7723				Höchster in Griechenland.
Delphi Bg.	38 37 26	41 30 22	5370				
Parnassus g.	38 31 56	40 17 14	7567				
Smyrna	38 25 38	44 48 6	0				
Helicon Bg.	38 17 47	40 32 46	5383				
Messina	38 11 3	33 14 30	0	10 22	19 19	14 61	
Palermo	38 6 44	31 1 0	229	8 63	19 44	13 84	
Elie d'Oro Bg.	38 3 26	42 7 55	4320				
Olonos Bg.	37 59 8	39 29 57	6840				
Kelmos Bg.	37 58 9	39 51 56	7245				

	Breite.	Länge von Ferro.	Höhe über dem Meere.	Mittlere Temperatur im Januar.	Juli.	Jahr.	
Athen	37° 58′ 8″	41° 23′ 30″	178				
Hymettus Bg.	37 56 37	41 28 45	3161				
Aetna, Gemellaro's Haus .	37 45 40	32 41 10	9202	— 7°,27R.	6°,26R.	— 1°,04R.	
Makronisi	37 44 17	41 48 15	864				
Aegina	37 41 53	41 9 40	1638				
Cap Colonna, Tempel . .	37 38 51	41 41 24	252				
Argos	37 38 9	40 22 49	889				
Nauplia	37 33 39	40 27 34					
Tripolizza	37 30 31	40 2 18	2040				
Nikolosi	37 30	32 42	2175	8 18	21 70	14 41	
Hydra	37 19 31	41 7 27	1808				
Spezia	37 15 16	40 48 22	759				
Giamour J.	37 7 43	28 28 31	1383				
Sparta	37 4 37	40 5 20	749				
Taygetus Bg	36 57 1	40 0 54	7414				
Almeria	36 52 30	15 8 18	0				
Cap Cartago	36 52 22	28 1 25	390				
Algier	36 47 20	20 44 10	0				
Cadix	36 32 0	11 22 23	0				
Jurgura Bg.	36 27 45	21 39 24	6540				
Constantine	36 22 21	24 16 36	2043				
Nashville	36 9 33	— 69 9 27	0	1 83	21 13	12 30	Thorshaven, 26° nördlicher, hat einen um 1°,05 milderen Jan.
Gibraltar	36 6 42	12 18 58	0				
Ceuta	35 54 4	12 23 30	0				
Fez	34 6 3	12 38 26					
Nangasaki	32 45 0	147 31 36	0				
Ispahan	32 39 34	69 24 22					
Funchal (J. Madera) . .	32 37 40	0 44 41					
Savannah	32 4 56	— 63 27 33	0	9 63	21 94	16 16	

	Breite.	Länge von Ferro.	Höhe über dem Meere.	Mittlere Temperatur im Januar.	Mittlere Temperatur im Juli.	Mittlere Temperatur im Jahr.	
Nanking	32° 4′ 40″	136°,27′ 0″	0				
Jerusalem	31 47 47	52 51 15					
Natchez	31 33 48	— 73 45 6		7°,78R.	21°,77R	15°,05R.	
Cantonnem. Jesup . . .	31 30	— 76 8		9 89	22 91	16 14	
Alexandria	31 12 53	47 32 35	0				
Cairo	30 2 4	48 55 12					
Neu Orleans	29 57 47	— 72 27 27	0	9 58	21 37	15 65	
St. Augustin	29 50	— 63 48	0	12 93	22 68	17 88	
St. Philippe Fort . . .	29 29	— 71 42		9 34	22 02	16 92	
Sinai Bg.	28 27 57	51 38	7035				Die Spitze des Djebel Musa.
St. Cruz (Teneriffa) . . .	28 27 57	1 24 52		14 15	20 12	17 31	
Pic von Teneriffa	28 16 21	1 1 1	11410				
Ferro J. Westspitze . . .	27 54 0	— 0 30 0	0				
Las Palmas (Gran Canaria)	27 50	2 32		13 30	18 50	17 00	October 23,16 der wärmste M.
Key West	24 34	— 64 14		16 67	22 51	19 83	
Canton	23 8 9	130 56 30	0				
Matanzas	23 2	— 63 59		18 45	22 01	20 59	
Calcutta	22 33 11	106 0 3	0				
Macao	22 11 25	131 13 53	0				
Owhyhee (Bai Karakakua) .	19 28 9	— 138 22 39	0				
Mexico	19 25 45	— 81 25 30	7009				
Bombay	18 57 7	90 34 19	0				
Antonio	18 20	— 58 41		19 38	21 22	20 22	
Tiburon (S. Domingo) . .	18 19 25	— 56 54 15		16 45	20 00	18 33	
Massaua	15 36	57 9	0	(20 75)	(29 00)	(24 80)	Nur 7 Monat Beobachtungen. Vergl. Rüppells Reise in Abyssinien.
Pelée Bg.	14 48 52	43 29 52	4159				
Pitou du Carbé Bg. . . .	14 41 57	— 43 27 14	3715				
Manilla	14 29 30	138 32 59	0	16 00	24 44	20 63	
Madras	13 4 9	97 56 57	0	19 21	24 77	22 08	

	Breite.	Länge von Ferro.	Höhe über dem Meere.	Mittlere Temperatur im Januar.	Juli.	Jahr.	
Fort S. George	13° 0′	1° 5′	0	18°,22R.	24°,45R.	22°,00R.	
Gondar	12 36	55 11	6964	(14 04)	(18 20)	16 10	(Wie bei Massaua.)
Cumana	10 27	— 45 15	0	21 52	20 88	22 16	Wärmster Mon. Mai = 23,36.
Cap Sierra Leona	8 29 55″	4 20 36″	0	22 00	20 88	21 76	Wärmster Mon. April = 23,36.
Candy	7 18	98 19		16 28	18 16	18 24	Wärmster Mon. Mai = 19,12.
Rio Berbice	6 29	— 39 45		20 64	22 72	22 00	Wärmster Mon. Aug. = 23,28.
Paramaribo	5 44	— 37 40		20 55	21 36	21 44	Wärmster Mon. Sept. = 22,80.
Commewyne, Mündung	5 38	— 38 0		20 55	20 48	20 51	Wärmster Mon. Dez. = 21,28.
Bogota	4 35 48	— 56 34 8	8190	12 56	11 36	12 32	Aug. am wärmsten = 13,28.
Quito	— 0 14 0	— 61 5 30	8951				
Cuença	— 2 55 3	— 61 33 38	8106				
Batavia	— 6 8 55	124 32 57	0	21 44	20 72	21 44	
Caxamarca	— 7 8 38	— 60 55 37					
Fort Dundas	— 11 25	147 45	0	22 88	18 40	21 60	Dezember 22°,36.
Lima	— 12 2 34	— 59 27 45	642				
Puno	— 15 50 28	— 52 42 0	12040				
Chucuito	— 15 54 30	— 52 36 9	12219				
St. Helena	— 15 55 0	11 56 47	0			12 40	
Arequipa	— 16 24 11	— 54 14 12	7210				
La Paz	— 16 30 3	— 51 12 0	11439				
Cochabamba	— 17 21 35	— 48 12 0	7923				
Oruro	— 17 58 27	— 49 53 0	11670				
Chuquisaca	— 19 3 0	— 46 46 30	8754				
Potosi	— 19 35 18	— 47 45 0	12825				
Rio Janeiro	— 22 54 23	— 25 30 0	0				
Capstadt	— 33 56 3	36 8 21	0				
Chatam J.	— 43 48 0	159 18 24	0				
Port Louis (Falklands)	— 51 32 0	— 40 27 40	0	11 56	2 22	6 99	
C. Pilares	— 52 42 50	— 57 3 44	0				
Sarmiento Bg.	— 54 27 15	— 53 11 39	6381				
C. Horn	— 55 58 41	— 49 36 24	0				

Druckfehler.

Seite 3 Zeile 3 v. o. nach Horizontalebene hinzuzufügen bilden.
„ 10. 11. 12 ist statt A jedesmal λ zu setzen.
„ 20 Zeile 12 v. u. statt 178 Stunden lies 178 Tage.
„ 23 „ 4 v. o. statt SEM lies SME.
„ 36 „ 11 v. u. statt (A′—A) lies (l′—l).
„ 44 „ 6 v. u. statt Roscowich lies Boscowich.
„ 63 „ 10 v. o. ist nach Radius Vector das Wort Breite zu streichen.
„ 72 „ 1 v. u. statt (Pic Aiquille) lies Pic, Aiguille).
„ 90 „ 3 v. o. nach S : M setze =
„ 93 „ 8 v. o. statt liegt lies biegt.
„ 128 „ 12 v. o. statt — 40° lies — 44°.
„ 134 „ 4 v. o. lies Schneemassen statt Schneewasser.
„ 137 „ 12 v. o. lies nie statt ein.
„ 175 „ 17 v. o. lies Pozzuoli statt Pazzuoli.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Mädler, Johann Heinrich <<von>>,

Leitfaden der mathematischen und allgemeinen physischen Geographie

Stuttgart u.a. 1843

Bamberg, Staatsbibliothek -- Phys.geogr.o.8
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11763453-4